

LUÍSA MARINA BIAZOTTO

**Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma
nova bebida**

Florianópolis

2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Luísa Marina Biazotto

**Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma
nova bebida**

Florianópolis, SC
2008

Luísa Marina Biazotto

**Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma
nova bebida**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos como requisito final à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Catarina. Área de concentração: Engenharia de Alimentos
Orientadora: Dra. Edna Regina Amante

Florianópolis
2008

**Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma
nova bebida**

Por
Luísa Marina Biazotto

Dissertação julgada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof^a.Dr^a. Edna Regina Amante
Orientadora

Prof. Dr. José Carlos Cunha Petrus
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos

Banca Examinadora:

Assinatura: _____
Prof^a Dr^a. Edna Regina Amante

Assinatura: _____
Prof^a. Dr^a. Sandra Regina Paulon Avancini

Assinatura: _____
Prof^a Dr^a. Renata Dias de Mello Castanho Amboni

Assinatura: _____
Prof. Dr. Jorge Luiz Ninow

Florianópolis, 28 de março de 2008.

Dedico

Aos meus pais e irmã por acreditarem que eu sou capaz.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Silvia e Aurélio pelo incentivo, pela compreensão da distância, e por se fazerem sempre presentes nos momentos de ausência.

À minha irmã Laura por ter estado ao meu lado nesses dois anos.

À Prof^a. Edna Regina Amante, pelos ensinamentos, pela dedicação, carinho e paciência.

Às meninas do LAB, que mais do que colegas hoje são grandes amigas, obrigada por todas as contribuições, incentivo e amizade.

Às amigas queridas e especiais Ana, Leila, Michele e Rafaella, irmãs de coração.

Ao Departamento de Pós-graduação de Engenharia de Alimentos.

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aos membros da banca Prof. Jorge, Profa. Renata e Profa. Sandra por aceitarem participar da defesa.

A todos que eu possa ter esquecido, mas que torceram ou de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, obrigada.

*"Mau será o dia do homem quando ele se tornar
absolutamente satisfeito com a vida que está
levando, quando não estiver mais eternamente
batendo nas portas de sua alma um enorme
desejo de fazer algo maior."*

Phillips Brooks

SUMÁRIO

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xii
Abreviaturas	xiii
Resumo	xiv
Abstract	xv
1 Introdução	16
2 Objetivos	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 Revisão bibliográfica	19
3.1 Mandioca	19
3.2 Polvilho azedo	22
3.2.1 Processamento do polvilho	22
3.3 Novas bebidas	24
3.4 Bebidas probióticas	25
3.5 Análise sensorial	26
3.6 Vida de prateleira	27
3.7 Produção Mais Limpa	28
4 Material e métodos	30
4.1 Fermentação	30
4.2 Formulação das bebidas	30
4.3 Caracterização das bebidas	31
4.4 Análise sensorial das bebidas	31
4.5 Balanço de massa para a produção do polvilho azedo sob o enfoque das Tecnologias Limpas	32
5 Resultados e discussão	33
5.1 Obtenção da água da fermentação do amido de mandioca	33
5.1.1 Caracterização da água da fermentação do amido de mandioca	38
5.2 Desenvolvimento das bebidas elaboradas a partir da água da fermentação do amido de mandioca	45

5.2.1 Caracterização das bebidas elaboradas a partir das águas da fermentação do polvilho azedo	46
5.2.2 Estudo das bebidas elaboradas armazenadas sob refrigeração	47
5.2.2.1 Acidez	48
5.2.2.2 pH	49
5.2.2.3 Sólidos totais	51
5.2.2.4 Graduação alcoólica	52
5.2.3 Análise sensorial	53
5.2.4 Análise Microbiológica	55
5.2.4.1 <i>Lactobacillus plantarum</i>	55
5.2.4.2 Bolores e leveduras e mesófilos totais	56
6 Produção do polvilho azedo sob as perspectivas das tecnologias limpas	57
7 Conclusões	63
8 Sugestões para trabalhos futuros	64
9 Denominação da Bebida	65
10 Bibliografia	66
Anexo I	79
Anexo II	81
Anexo III	83
Anexo IV	86
Anexo V	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma simplificado do processamento do polvilho azedo	24
Figura 2 – Variação da acidez da água da fermentação do amido de mandioca, com a definição do final do processo fermentativo	34
Figura 3 – Monitoramento do pH na água da fermentação do amido de mandioca	35
Figura 4 – Correlação entre o pH e a acidez na água da fermentação do polvilho azedo	36
Figura 5 – Variação da temperatura da água da fermentação do amido de mandioca em condições laboratoriais	38
Figura 6 – Água da fermentação do amido de mandioca	39
Figura 7 – Variação do teor de sólidos totais na água da fermentação do amido de mandioca, armazenada sob refrigeração (4 °C)	40
Figura 8 – Variação da acidez na água da fermentação do amido de mandioca, armazenada sob refrigeração (4 °C)	41
Figura 9 – Variação do pH durante a estocagem da água da fermentação do amido de mandioca sob refrigeração (4 °C)	42
Figura 10 – Variação das bactérias ácido-láticas durante a estocagem da água da fermentação do amido de mandioca sob refrigeração (4 °C)	43
Figura 11 – Representação da água da fermentação (a); bebida da água da fermentação sabor acerola com aroma de limão (b); bebida da água da fermentação sabor tangerina com aroma de anis (c); bebida da água da fermentação sabor uva com aroma de uva (d)	46
Figura 12 – Variação da acidez durante a estocagem das bebidas sob refrigeração (4 °C)	49
Figura 13 – Variação do pH durante a estocagem das bebidas sob refrigeração (4 °C)	50
Figura 14 – Variação dos sólidos durante a estocagem da frêshpa sob refrigeração (4 °C)	51

Figura 15 Balanço de massa na produção do amido (fécula) e amido fermentado de mandioca (polvilho azedo)

60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados de ensaios microbiológicos para Bolores e Leveduras e Mesófilos totais na água da fermentação do amido de mandioca aos 28 dias de armazenamento	44
Tabela 2 – Presença de álcool na água da fermentação do amido de mandioca estocada sob refrigeração (4°C)	45
Tabela 3 – Composição centesimal das bebidas elaboradas a partir da água da fermentação do amido de mandioca, sabores acerola, tangerina e uva	47
Tabela 4 – Composição centesimal do suco de laranja comercial e drinque de soro de queijo	47
Tabela 5 – Presença de álcool nas bebidas produzidas a partir da água da fermentação do amido de mandioca estocadas sob refrigeração (4°C)	52
Tabela 6 – Resultado dos testes de aceitabilidade sensorial das bebidas da água da fermentação do amido de mandioca, sabor acerola, tangerina e uva	53
Tabela 7 – Intenção de compra das bebidas	54
Tabela 8 – Aceitação das bebidas por diferença de gênero	55
Tabela 9 – Resultados de ensaios microbiológicos para Bolores e Leveduras e Mesófilos totais nas bebidas armazenadas sob refrigeração (4°C)	56

ABREVIATURAS

ANVISA	Agência nacional de vigilância sanitária
APHA	American Public Health Association
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CAL	Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
CCA	Centro de Ciências Agrárias
BAL	Bactérias ácido-láticas
FAO	Food and Agriculture Organization
IBGE	Instituto brasileiro de geografia e estatística
IBRAF	Instituto Brasileiro de Frutas
ICEPA	Instituto do centro de socioeconomia e planejamento agrícola
OMS	Organização Mundial de Saúde
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
T+L	Tecnologia Mais Limpa
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

BLAZOTTO, LUÍSA MARINA. **Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma nova bebida.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

Resumo

A água da fermentação do polvilho azedo é efluente da fermentação do amido de mandioca. Neste trabalho foram estudadas as características desta água na elaboração de uma bebida refrescante, não alcoólica, denominada originalmente de “Frëshpa”. A principal barreira consiste em mascarar os sabores característicos do polvilho azedo, conferidos pelo ácido láctico, butírico, propiônico e demais compostos voláteis da fermentação natural. Dentre as formulações testadas, foram selecionadas as bebidas sabor acerola, tangerina e uva. As características microbiológicas indicaram que as bebidas eram próprias para consumo. A avaliação sensorial, teste de aceitação, indicou escores aceitáveis, com boa intenção de compra, com base nas propriedades sensoriais. O teor de sólidos totais, pH e acidez titulável, foram acompanhados durante a estocagem sob refrigeração do efluente filtrado e das bebidas. Ocorre diferença significativa para sólidos totais, pH e acidez titulável em todos os períodos de estocagem, indicando que os ingredientes adicionados interferem na estabilidade. Os ensaios microbiológicos para bolores e leveduras e mesófilos indicaram a necessidade de mudanças no processo atual do polvilho azedo procurando viabilizar a conversão do efluente em um produto para alimentação humana, com aplicação das Boas Práticas de Fabricação. A contagem para *Lactobacillus plantarum*, apresentou-se abaixo da concentração indicada para bebidas probióticas, porém sua presença indica o interesse em trabalhos futuros para esta nova bebida. O produto obtido é naturalmente gaseificado, refrescante e apresenta composição centesimal similar a alguns sucos disponíveis no mercado. O balanço de massa para a produção do polvilho azedo, sob os conceitos da Tecnologia Limpa, indica a possibilidade de aumentar os rendimentos do processo industrial para novos produtos, com a produção de 40 litros de Frëshpa por tonelada de raiz processada, além da produção do polvilho azedo e a utilização de outros resíduos do processo.

Palavras chave: polvilho azedo, efluentes, mandioca, bebida, sensorial.

BIAZOTTO, LUÍSA MARINA. **Cassava starch sour wastewater utilization to a new beverage**. Dissertation (Master in Food Engineer). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil, 2007.

Abstract

Cassava starch sour wastewater is an effluent from cassava starch fermentation process. Fermentation wastewater was studied to a non alcoholic refreshing new beverage production, originally named "Frëshpa". The principal barrier is mask the cassava starch sour characteristic flavor, conferred by lactic, propionic, butyric acids and other volatile compounds from cassava starch natural fermentation. Between assayed formulations, acerola, grape and tangerine taste were selected. Microbiology characteristic show beverages adequate to consume, and sensory evaluation by acceptance assay with good intention of buy. Total solids content, pH and titrable acidity were determined during the conservation on refrigeration of the screened wastewater and beverages. The wastewater pH during the storage is different of the beverage pH. The titrable acidity curves to the tangerine and grape taste was similar to the wastewater, but the acerola beverage presented significant difference after the second week of storage. Significant difference occurs to the total solids, pH and acidity for all storage time, showing that added ingredients influences on beverage stability. Microbiology assay for yeasts, molds and mesophylic bacteria suggests the necessity of profound changes on cassava starch sour processing, permitting the conversion from effluent in a product for human consumption, with application of Good Fabrication Practices procedures. *Lactobacillus plantarum* content was lower that the concentration to probiotics beverage, but it presence suggest future works with this beverage. The product is naturally gaseous as a soft drink, refreshing and presents centesimal composition similar to this kind of beverage in market. Mass balance to the production of cassava starch sour on Cleaner Technology concept, suggest the possibility of the industrial process income increase by new products, with the production of 40 L of Frëshpa by ton of cassava root besides the cassava starch sour and other products from cassava processing.

Key words: beverage; cassava starch sour; effluent; cassava; sensory.

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura amplamente difundida por todo território nacional. Sua utilização é feita em duas opções, o consumo culinário doméstico e os usos industriais, pelos quais procedem a extração da fécula e sua transformação em polvilho azedo.

Os resíduos do processamento da mandioca têm sido relatados como responsáveis por graves problemas de contaminação do meio ambiente. A caracterização dos resíduos é importante para avaliar o grau de alteração que possam vir a causar no meio ambiente e possibilitar novos estudos de manejo, tratamento ou aplicação desses resíduos.

Além do aspecto da agressão ao meio ambiente, deve ser considerado que o despejo indevido dos subprodutos da mandioca constitui em perdas de rendimentos para o produtor, quando se consideram as quantidades geradas e a composição (FRANCO, 2001).

Com a idéia de diminuir os resíduos gerados já existem alternativas para a reutilização de muitos desses subprodutos, como por exemplo, o uso da parte aérea da planta. Rica em vitaminas e minerais, quando desidratada pode ser usada para a alimentação humana e animal (CEREDA, 2001).

A fermentação natural do amido extraído das raízes da mandioca é uma tecnologia tradicional largamente utilizada na América Latina, especialmente no Brasil, onde o produto é chamado de polvilho azedo; produz também um resíduo líquido ainda muito pouco estudado lançado diretamente no meio ambiente contribuindo para aumentar o risco de impactos ambientais, devido, principalmente, ao baixo aporte tecnológico empregado e à tendência das pequenas indústrias se agruparem em uma mesma região produtora (LACERDA et al., 2005).

Muitos produtos fermentados são originários de matérias-primas amiláceas, sendo que a fermentação do polvilho azedo poderia ser estudada para a elaboração de bebidas, principalmente considerando o cenário atual com grande tendência para as bebidas funcionais (MATA et al., 2004).

A produção de sucos prontos para o consumo no país iniciou-se de maneira tímida nos anos 50, recebendo grande impulso no início da década seguinte. A falta

do produto no mercado possibilitou ao Brasil assumir o papel de liderança mundial na produção de sucos (ABIR, 2007). O mercado mundial de suco de frutas movimentava hoje US\$ 5 bilhões/ano, no qual o Brasil é responsável por 33%, sendo o mais importante exportador (CARNEIRO et al., 2002). O interesse dos consumidores por produtos mais saudáveis e naturais tem crescido e contribuído para o aumento do consumo de sucos e drinques a base de frutas (MATA et al., 2004).

O aquecimento do mercado interno, o crescimento da economia e o aumento da renda estão impulsionando a indústria de bebidas, que vem registrando os melhores resultados apurados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007).

A demanda mundial tem sido estimulada por inovações ofertando produtos diferenciados e de maior valor agregado (IBRAF, 2006).

A partir dos resultados do trabalho de Avancini (2007), ficou comprovado que as águas da fermentação do polvilho azedo podem ser seguras como matéria-prima para a elaboração de novos alimentos. Também se verificou a presença de bactérias ácido-láticas em concentração desejável, podendo ser investigada sua capacidade probiótica.

Atendendo às expectativas do mercado, para novos produtos funcionais, através do presente trabalho, será proposta a elaboração de uma nova bebida refrescante, não alcoólica, com diferentes sabores de frutas, a partir das águas residuais da fermentação do amido de mandioca até então consideradas efluentes industriais.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral: elaborar uma nova bebida a partir das águas da fermentação do polvilho azedo, com elevada vida de prateleira, sem a adição de conservantes.

2.2 Específicos

Formular bebidas com diferentes sabores a partir das águas da fermentação do polvilho azedo.

Determinar a composição nutricional das bebidas obtidas

Avaliar a presença de microrganismos probióticos

Avaliar sensorialmente a aceitabilidade global e teste de intenção de compra das bebidas elaboradas

Avaliar a vida de prateleira das bebidas, sob refrigeração

Apresentar a proposta para a produção do polvilho azedo sob os conceitos da tecnologia limpa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta que pertence à família *Euphorbiaceae*, arbustiva, podendo atingir 3 m de altura, produzindo de seis a oito raízes amiláceas, com aproximadamente trinta centímetros de comprimento e sete centímetros de diâmetro. Seu ciclo pode ser de um ou dois anos. Até o ano de 1999 era considerada como sendo originária da Venezuela, quando biólogos da Universidade de St. Louis descobrem que ela é originária da borda meridional da Bacia Amazônica e de lá foi introduzida na África no século XVI e na Ásia no século XVIII (PANDEY et al., 2000).

Também conhecida como tapioca, cassava ou yuca, é uma importante cultura alimentícia. As folhas são ricas em proteína, excelentes para uso em ração animal. As raízes contêm entre 30 e 35% de amido, com apreciável quantidade de cálcio e vitamina C (GOMATHINAYAGAM, 2007).

A mandioca é largamente utilizada na alimentação humana e animal, bem como matéria-prima para vários produtos industriais, sendo os mais importantes a farinha de mandioca, o polvilho e o polvilho azedo (AVANCINI et al., 2007). Cresce amplamente nos trópicos e representa uma valiosa fonte de calorias de baixo custo (AGBOR-EGBE; MBOME, 2006).

É um dos mais importantes alimentos cultivados em regiões tropicais, sendo uma fonte de carboidratos para consumo humano. A fécula isolada de mandioca é um ingrediente funcional utilizado em alimentos, papéis, têxteis e indústrias farmacêuticas e tem grande valor econômico para os países exportadores de amido. As raízes da mandioca podem ser consumidas de diversas formas, por exemplo: como produtos fermentados locais, farinhas industrializadas ou cozidas (similar à batata) (PADONOU et al., 2005; NGEVE, 2003 citado por FAVARO, 2008).

Cultivada principalmente como alimento, a mandioca é uma importante fonte de energia para 500 milhões de pessoas nos trópicos, com significativo uso industrial (COCK; REYES, 1985, citados por CHARLES et al., 2008). O consumo de mandioca no mundo ocupa o quarto lugar, apenas atrás do arroz, da cana-de-açúcar e do

milho (FAO, 1995; citado por SIQUEIRA, 2007). A raiz é usada em uma variedade de formas, e constitui o principal grupo alimentar na África e seus produtos são também consumidos em muitas partes do mundo, principalmente África, Ásia, América Latina e Caribe (EDIJALA; OKOH; ANIGORO, 1999). A mandioca cresce em muitos tipos de solo e sob uma ampla gama de condições climáticas, mas como a maioria das culturas, cresce melhor em solos férteis e com pouco ou nenhum estresse hídrico (COCK; REYES, 1985; citado por CHARLES 2008). Santisopasri et al. (2001) relatam que a produção eficiente, incluindo a produtividade e a qualidade do amido de mandioca é marcadamente influenciada por condições ambientais, especialmente alto estresse hídrico durante o desenvolvimento da planta e imediatamente antes da colheita da raiz. Alterações na disponibilidade hídrica são preenchidas com redução na folha ou pela retirada de águas profundas do solo. A mandioca é considerada uma planta tolerante a seca, capaz de suportar falta de água por longos períodos (WESTERN et al., 2000; CHARLES, 2008).

Na África, a mandioca é a segunda colheita mais importante, atrás apenas do milho em termos de calorias consumidas e o maior recurso de calorias para cerca de 40% da população do país (NWEKE, 1992; citado por JEKAYINFA, 2007).

Um dos maiores problemas associados com a mandioca é a rápida deterioração, que inicialmente ocorre por processo fisiológico, que acontece de 2 a 3 dias após a colheita, seguido de deterioração microbiológica, a partir do quinto dia (BEECHING et al., 1994). A deterioração exige que o consumo ou processamento da mandioca seja feito logo após a colheita. O processamento é necessário por ser também um meio de eliminar ou reduzir os glicosídeos cianogênicos presentes na matéria-prima. Muitos métodos de processamento têm sido desenvolvidos para a mandioca em diferentes partes do mundo e estes métodos resultam em produção de uma ampla variedade de produtos alimentícios (LANCASTER et al., 1982 citado por JEKAYINFA, 2007).

O problema da toxicidez na utilização da mandioca é, atribuída principalmente a dois glicosídeos cianogênicos: a linamarina e a lotaustralina, que estão presentes na raiz, na proporção de 93% e 7%, respectivamente. Podendo acarretar intoxicações e até a morte de animais e do homem.

Quando a planta sofre algum tipo de lesão, pode desencadear a liberação do ácido cianídrico (HCN). Os cianetos são extremamente venenosos devido à habilidade do íon em se combinar com o ferro da hemoglobina, bloqueando a recepção do oxigênio pelo sangue (WESTBY, 2002).

Para produzir alimentos a partir da mandioca, os cianogênicos devem ser eliminados durante o processamento. A Organização Mundial de Saúde (OMS) especifica que os níveis de cianogênicos no amido devem ser menores do que 10 mg/kg (FAO/WHO, 1991).

Santisopasri (2001) detalha a produção mundial: Ásia produz anualmente 48 milhões de toneladas de raízes sendo 37,5% da Tailândia, 31,2% Indonésia, 12,5% da Índia e 8,3% da China; a África tem sua produção anual de 84 milhões de toneladas, destas 35,7% da Nigéria, 20% da República democrática do Congo e 8,4% de Gana e América Latina com produção anual de raízes de 32 milhões de toneladas de raízes com 75% do Brasil e 9,7% do Paraguai.

Segundo os dados do IBGE atualizados no ano de 2007 a produção nacional de mandioca foi estimada em 27 milhões de toneladas. As estimativas da FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) para a safra 2004/05 apresentam uma produção mundial dessa raiz de 208,14 milhões de toneladas. O continente africano é responsável por 56,9% da produção mundial, seguido pelo asiático, com 25,5% e pelo americano, com 17,6%. A Nigéria destaca-se no ranking mundial como o primeiro produtor, respondendo por 20,0% do volume total produzido, seguida pelo Brasil, com 12,4%, a Indonésia, com 9,3%, a Tailândia, com 8,1% e a República Democrática do Congo, com 7,2%. Estes cinco países perfazem 57,1% da produção mundial de raiz de mandioca. As estimativas do IBGE para a safra nacional 2006/07 indicavam uma produção por volta de 27 milhões de toneladas em todo o país, Santa Catarina contribui com 616,4 mil toneladas desse total (ICEPA 2004). De acordo com Vieira (2004), somente no estado de Santa Catarina há cerca de 500 indústrias, sendo na sua grande maioria representadas por micro e pequenas empresas.

Os resíduos gerados deste tipo de indústria, podem ser sólidos (casca marrom, entrecasca, descarte, crueira, fibra, bagaço e varredura) ou líquidos (água

de lavagem das raízes, água de prensa ou água vegetal da fabricação de farinha e manipueira diluída ou água de extração da fécula) (CEREDA, 2001).

3.2 Polvilho azedo

O amido fermentado da mandioca (polvilho azedo) é um produto obtido pela fermentação natural do amido de mandioca (polvilho doce), por 30 a 40 dias (CEREDA, 1987).

A legislação brasileira classifica o polvilho em doce e azedo, tendo como base apenas a acidez titulável, que para alimentos fermentados deve ser no máximo de 5,0 mL de NaOH N/100g (BRASIL, 1978).

Depois do processo de fermentação o amido é submetido à secagem, que é realizada naturalmente ao sol e ao vento, o que torna o processo totalmente dependente das condições climáticas. Os diferentes períodos de fermentação provocam variação na concentração ácida que torna irregulares as características do polvilho azedo (GOMES et al, 2005).

Os objetivos principais da fermentação são acrescentar valor nutricional, diminuir a toxicidade e dar ao produto propriedades e aroma característicos (NAKAMURA; PARK, 1975, citados por GOMES et al., 2005). O processo fermentativo muda as características do polvilho azedo (GOMES et al, 2005).

O polvilho azedo é um produto tipicamente regional, produzido principalmente nos estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Santa Catarina, sendo processado, muitas vezes, por pequenas indústrias rurais (WESTBY; CEREDA, 1994). O produto é indispensável na fabricação do biscoito de polvilho e pão de queijo.

3.2.1 Processamento do polvilho

A fermentação artesanal do amido extraído das raízes da mandioca é uma tecnologia tradicional largamente usada na América Latina, especialmente na Colômbia e no Brasil (CEREDA, 1985), onde os produtos são chamados de *almidón agrio* e polvilho azedo, respectivamente.

O amido de mandioca é extraído por lavagem, descascamento e desintegração das raízes, então a pasta é colocada sob água abundante para liberar

os grânulos de amido e separá-los das fibras e componentes solúveis. O amido de mandioca é fermentado em tanques por um período que varia de 20 a 70 dias (AMPE et al., 2001).

A fermentação pode ser considerada semi-sólida, e nesse processo o amido forma blocos compactos devido à evaporação da água durante a fermentação. Depois da fermentação o amido é seco ao sol (AMPE et al., 2001).

O material fermentado é de alta demanda no Brasil, para produzir produtos fritos assim como o tradicional pão de queijo e outros (AMPE et al., 2001).

Lactobacillus plantarum e outras bactérias ácido-láticas (BAL) têm sido reportadas como os microrganismos predominantemente associados com a fermentação espontânea do amido da mandioca (AMPE et al., 2001). Estes microrganismos são conhecidos por serem responsáveis pela produção de ácidos orgânicos e compostos aromáticos (LACERDA, 2005).

Em linhas gerais, o fluxograma de obtenção do polvilho azedo (Figura 1) consiste em: recebimento das raízes, lavagem e descascamento, cominuição e /ou ralação, extração onde o leite de amido é separado do bagaço por peneiras planas vibratórias ou cônicas rotativas, sob água corrente. O bagaço (polpa) acumulado é eliminado e a fécula é arrastada pela água onde será separada por decantação em tanques de alvenaria ou chicanas (labirintos) revestidos de cerâmica ou com divisórias de madeira. A fécula obtida é transferida para tanques de fermentação que podem ser desde cochos de madeira a tanques de alvenaria, revestidos ou não com cerâmica, cobertos ou descobertos. O amido deve permanecer nos tanques de fermentação sob uma camada de água em torno de 20 cm, por um intervalo de tempo que varia, de acordo com as condições climáticas, de 20 dias podendo chegar a até 60 dias. O processo é considerado terminado, empiricamente, com o aparecimento de espuma na superfície e bolhas persistentes que se formam no interior da massa e desprendimento de forte odor característico. A secagem é feita ao sol e vento, colocando a massa sobre jiraus de bambu. O período de secagem varia de acordo com as condições climáticas (DEMIATE et al., 2000). A partir do trabalho de Marcon (2004), as empresas polvilheiras dispõem de um processo rápido para a fermentação do polvilho azedo, bem como a definição do final da

fermentação apresenta parâmetros específicos que permitem aumentar o rendimento no processo de produção do polvilho azedo.

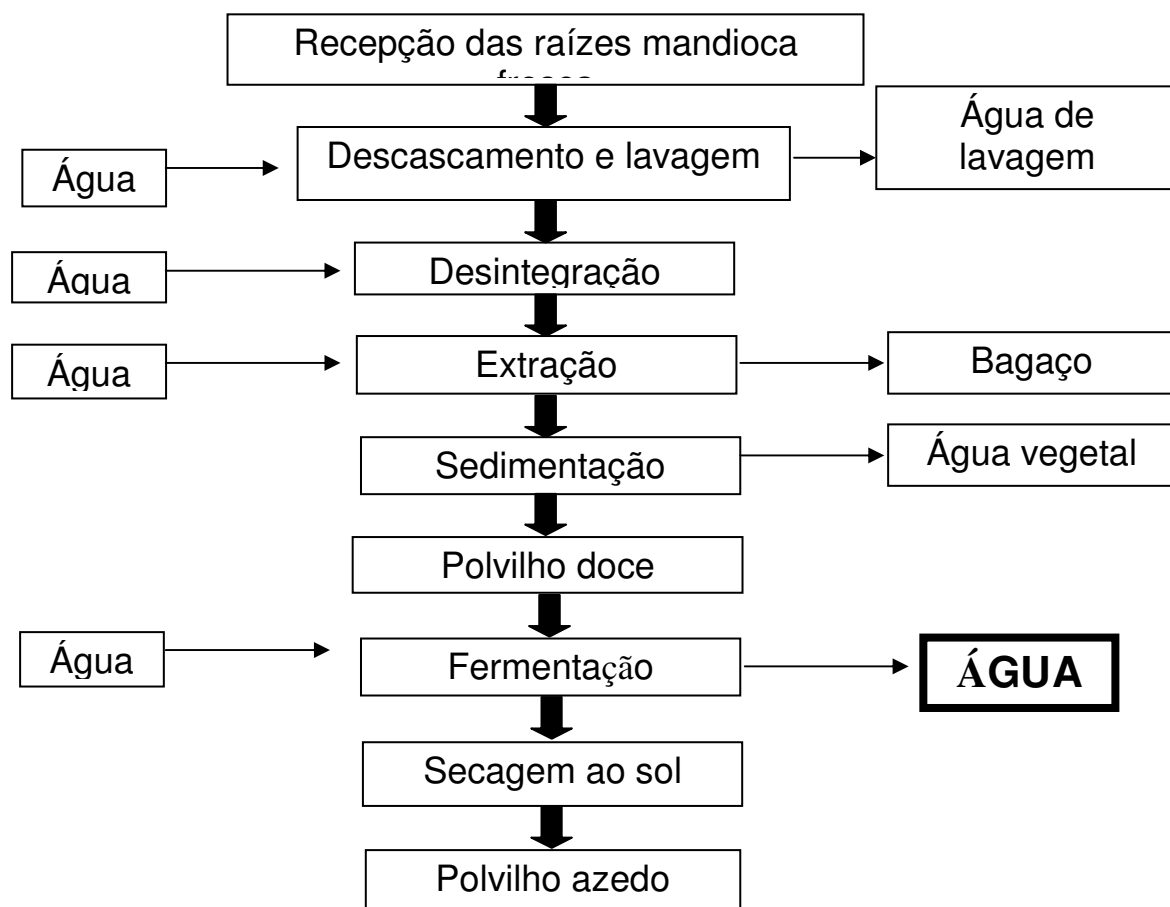


Figura 1 Fluxograma simplificado do processamento do polvilho azedo (adaptado de AVANCINI, 2007).

3.3 Novas bebidas

O incremento no consumo de sucos tem sido expressivo nos últimos anos, associado à procura por produtos de fácil consumo, com benefícios à saúde, fato comprovado pelas propriedades funcionais dos sucos de frutas (LÓPEZ, 2004).

Os sucos de frutas têm associado o seu potencial benéfico à saúde às bebidas fermentadas, o que representa uma grande vantagem aos consumidores, quanto às vitaminas, minerais e compostos protetores. Tem sido crescente o interesse por bebidas fermentadas de matérias-primas não lácteas (LUCKOW; DELAHUNTY, 2004).

São grandes os desafios em produzir bebidas funcionais fermentadas, a partir de matérias-primas não lácteas, mas a vantagem dos vegetais não incorporarem lactose ou outros derivados ligados às rejeições dos consumidores, pode representar importante vantagem que compense o desafio (LUCKOW; DELAHUNTY, 2004).

Numerosos estudos têm demonstrado que o sabor é o principal fator envolvido na aceitação e comportamento de compra de uma variedade de categorias de alimentos incluindo os funcionais (VERBEKE, 2006).

A fermentação do amido de mandioca para a produção do polvilho azedo resulta em importante material orgânico, contendo conservantes naturais para a elaboração de novas bebidas, tais como os ácidos propiônico, butírico e láctico (AVANCINI, 2007).

Os trabalhos publicados sobre o emprego desta água residual da fermentação do amido de mandioca na elaboração de bebidas inexistem, porém são inúmeros os trabalhos que indicam a fermentação ácido láctica na produção de bebidas probióticas (TEMMERMAN, 2002; KHEDID et al., 2006).

Devido à presença de carboidratos, sucos vegetais são substratos para a fermentação láctica. Através da fermentação estes sucos são preservados e protegidos, além do incremento nas propriedades nutricionais (CAMPBELL-PLATT, 1994, citado por RAKIN et al., 2007). As águas residuais da fermentação do amido de mandioca apresentam grande parte das propriedades químicas encontradas nas bebidas probióticas vegetais, apesar da ausência de trabalhos sobre a sua valorização na elaboração de bebidas (AVANCINI, 2007).

3.4 Bebidas Probióticas

A tendência global de consumo de alimentos e bebidas contendo microrganismos probióticos funcionais é crescente (VERBEKE, 2005).

O uso de agentes mascaradores é uma técnica usada para reduzir as sensações de odores e de sabores adversos ou estranhos em alimentos. Tem sido executado com sucesso através da adição de novas substâncias ou de sabores aos sucos, contribuindo para a redução dos atributos sensoriais negativos causados por culturas probióticas. Os sucos de frutas tropicais (por exemplo, abacaxi, manga,

maracujá) atribuem aromas fortes, exóticos, sendo contribuições de sabor que podem impedir a rejeição dos consumidores às características indesejáveis dos probióticos (LUCKOW, 2006).

As tendências do consumidor com respeito à escolha do alimento estão mudando devido à consciência crescente da ligação entre dieta e saúde (MARK-HERBERT, 2004).

Conseqüentemente o mercado global de alimentos funcionais está prosperando com estimativas recentes para incrementos em torno de 50 bilhões de dólares (STANTON et al., 2005).

Probióticos são definidos como “microrganismos vivos que quando ingeridos em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro” (FAO/WHO, 2002); estão sendo usados de forma crescente como suplementos alimentares devido à evidência científica suportando o conceito de que a manutenção de uma microbiota saudável no intestino pode fornecer a proteção contra infecções e síndromes inflamatórias por obstrução no intestino delgado (SHEEHAN, 2007).

3.5 Análise Sensorial

É uma ciência multidisciplinar, na qual, julgadores humanos avaliam as características sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios e de outros materiais. Não existe nenhum outro instrumento que possa reproduzir ou representar a resposta humana. Portanto, a avaliação sensorial resulta em um fator importante para qualquer estudo sobre alimentos (WATTS et al., 1992).

A avaliação sensorial é uma técnica tão importante como os métodos químicos, físicos e microbiológicos (MORALES, 1994).

A análise sensorial é denominada um conjunto de técnicas e métodos que são empregados para identificar e avaliar através dos órgãos dos sentidos, uma variedade de propriedades sensoriais dos alimentos e objetos. A avaliação sensorial traz informações integradas entre a qualidade dos alimentos e até que ponto tais alimentos estão aptos ao consumo correspondendo às suas exigências. Os hábitos alimentares desempenham importante papel quando se trata de aceitar ou rejeitar um produto (BECH et al., 1994).

A avaliação sensorial é responsável pela qualificação e quantificação das características de um produto ou ingrediente os quais são perceptíveis através dos sentidos humanos. Algumas características citadas pela importância são: aparência, aroma, sabor, textura e som (PEDRERO; PANGBORN, 1989).

O objetivo fundamental da avaliação sensorial segundo Bech et al. (1994), é prover informações para a decisão do processo de produção de um produto alimentício. De acordo com este autor, em um contexto industrial a análise sensorial é empregada para minimizar o risco associado com a introdução de novos produtos no mercado e para avaliar a permanência de produtos presentes no mesmo.

A vida de prateleira ou *self-life* refere-se ao tempo compreendido entre o processamento e o consumo de um produto alimentício, quando ele ainda tem qualidade satisfatória em termos de valor nutricional, sabor, odor, textura e aparência (FREITAS et al., 2000).

A importância da avaliação sensorial no estabelecimento da *self-life* durante o desenvolvimento de um produto alimentício deve-se a questão de que, mesmo este estando microbiologicamente seguro e nutricionalmente adequado, caso seus atributos sensoriais sejam considerados inadequados frente à percepção dos consumidores, o produto será rejeitado (FREITAS et al., 2000).

3.6 Vida de prateleira

A vida de prateleira é o período de tempo decorrido entre a produção e o consumo de um produto alimentício. Durante esse período o produto se caracteriza pelo nível satisfatório de qualidade (CABRAL; FERNANDES, 1980).

Dependendo da natureza do produto, várias propriedades ou parâmetros de qualidade em termos sensoriais, microbiológicos e físico-químicos, devem ser avaliados (LABUZA; SCHMIDL, 1985)

No desenvolvimento de novos produtos um ponto chave é a determinação da vida de prateleira, sendo que esta pode ser definida como o tempo decorrido entre a produção e a embalagem do produto até o ponto que este se torna inaceitável ao consumo (ELLIS, 1996).

Inicialmente identificam-se quais são as características dos ingredientes, as condições de processos e de estocagem que poderão influenciar na vida-de-

prateleira do produto estudado. Em seguida, monitorando-se e controlando-se os parâmetros de processo, pode-se determinar exatamente o final do tempo de vida de prateleira, ou seja, o momento em que o produto não é mais seguro para o consumo (LEWIS; DALE, 1996).

A vida útil varia com o tipo de alimento, temperatura de estocagem e embalagem utilizada. Devem ser observados alguns danos que interferem no tempo de armazenagem dos alimentos, como: contaminação microbiana, contaminação por insetos e roedores, oxidação, hidrólise e reversão em gorduras, oxidação de pigmentos, reações de escurecimento não-enzimático, alterações devido o ganho de umidade, atividade enzimática, perda de valor nutritivo, interações com os recipientes e perda da qualidade estética. Análise de vida de prateleira é prática comum para estimar a estabilidade de um dado produto alimentar (CABRAL; FERNANDES, 1980).

Segundo Freitas (2000), a complexidade dos alimentos dificulta a determinação precisa da vida de prateleira. É muito importante ter o máximo de informações sobre o alimento a conservar, aliado a um bom conhecimento do mecanismo ou da cinética das reações de deterioração possibilitando uma estimativa da sua vida-de-prateleira e o estabelecimento das condições de conservação mais adequadas aquele tipo particular de alimento.

3.7 Produção mais limpa

As características químicas, bioquímicas, nutricionais e farmacológicas de grande parte dos resíduos agrícolas e agroindústrias, têm implementado inúmeras pesquisas sobre valorização desses subprodutos, contribuindo para uma redução significativa da poluição ambiental, retroalimentando as indústrias com novos processos produtivos e a sociedade com novos produtos, contribuindo assim para uma redução significativa da pressão exercida pela demanda global por matérias-primas, preservando ao máximo recursos naturais finitos do nosso planeta, em especial água potável e solos de alta fertilidade (PANDEY; SOCCOL, 1998; PANDEY; SOCCOL, 2000; PANDEY et al., 2000).

Produção mais Limpa (P+L; Tecnologias Limpas) consiste na aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental, integrada aos processos e produtos,

a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia; através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, econômicos e para a saúde ocupacional (SENAI, 2003).

A Produção mais Limpa considera a variável ambiental em todos os níveis da empresa, como por exemplo, a compra de matérias-primas, a engenharia de produto, o *design*, o pós-venda, e relaciona as questões ambientais com ganhos econômicos para a empresa (SENAI, 2003).

Caracteriza-se por ações que são implementadas na empresa com o objetivo de tornar o processo mais eficiente no emprego de seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduos. Através da implementação de um programa de Produção mais Limpa a atividade produtiva identifica as Tecnologias Limpas mais adequadas para o seu processo produtivo (SENAI, 2003).

A caracterização de resíduos agroindustriais é a ferramenta indispensável para propostas de conversão de resíduos em matérias-primas, bem como a minimização do impacto ambiental para o setor (AMANTE, 1997).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Fermentação

Amostras de amido de mandioca de três marcas: Yoki[®], Stival[®] e Kanty[®], dos estados do Paraná e Santa Catarina, foram fermentadas de acordo com o método de Marcon (2004), sob condições naturais, no Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina (CAL/CCA/UFSC). De acordo com Marcon (2004) adicionam-se no início da fermentação junto com a água e o polvilho doce, 0,5% de glicose.

A fermentação foi conduzida em triplicata, a partir do *pool* dos amidos das três marcas e acompanhada até que a acidez titulável atingisse o valor determinado por Marcon (2004), com o final da fermentação, em 2,0 mL N NaOH/100 mL.

Durante a fermentação em três bateladas o pH e a acidez foram monitorados diariamente.

Quando as águas da fermentação atingiram acidez titulável de 2,0 mL N NaOH/100 mL, as águas foram filtradas, em pano dessorador e estocadas sob refrigeração (4 °C) por 4 semanas,

Durante a estocagem foram monitorados semanalmente o pH, a acidez titulável, sólidos totais e bactérias ácido-láticas. Na última semana foi realizada a contagem de bolores e leveduras e mesófilos totais. E aferição da graduação alcoólica com a utilização de um ebuliômetro.

A partir dos resultados das fermentações realizadas em triplicata, não apresentando diferença entre os parâmetros avaliados, todas as fermentações foram realizadas em uma única batelada com *pool* das três marcas.

4.2 Formulação das bebidas

As bebidas foram selecionadas a partir de testes prévios dentre vinte e uma amostras formuladas (Anexo I). Para a formulação das bebidas foram adicionados à água da fermentação do polvilho azedo, sucos concentrados, sacarose e essências.

Para os testes preliminares de sabor quantidades variadas de todos os ingredientes foram avaliadas.

As três formulações selecionadas previamente foram dos sabores uva, acerola e tangerina (Marca Jal), rotulagem nutricional em anexo (Anexo II), açúcar cristal (Nova América), e essências: natural de anis, natural de limão e aroma idêntico ao natural uva, fornecidas pela empresa Duas Rodas.

Não foram adicionados corantes nem conservantes.

O envase foi realizado em garrafas de vidro de 100 mL, vedadas com tampas de plástico revestidas com Parafilm ® “M” (Laboratory Film Pechiney Plastic Packaging) e estocadas sob refrigeração em câmara fria a cerca de 4°C.

4.3 Caracterização das bebidas

As três amostras selecionadas foram analisadas em triplicata (n = 3).

O teor de umidade, resíduo mineral fixo (cinzas), lipídeos e proteínas (N x 6,25), foram determinados de acordo com os métodos recomendados pela *Association of Official Analytical Chemists* (métodos, 925.09, 923.03, 920.85 e 920.87, respectivamente) (AOAC, 2005).

Os teores de carboidratos foram determinados por diferença (AOAC, 2005).

O valor energético (kcal) foi calculado utilizando-se os fatores de conversão 4, 9 e 4, por grama de proteína, lipídeo e carboidrato, respectivamente (WATT; MERRILL, 1999).

A graduação alcoólica foi medida em ebuliômetro, com o ajustes para o ponto de ebulição da água, de acordo com a pressão atmosférica no dia da análise.

Diante dos resultados preliminares para bactérias ácido-láticas, a confirmação das bactérias ácido-láticas foi da American Public Health Association (APHA, 2001). A metodologia para a determinação da atividade probiótica foi realizada para a presença de *Lactobacillus plantarum* seguindo a metodologia de Bujalance (2006).

4.4 Análise sensorial das bebidas

As fermentações foram concluídas um dia antes do primeiro dia da análise sensorial. As bebidas destinadas à análise sensorial foram preparadas no dia anterior ao determinado para a análise.

A água da fermentação destinada à preparação das bebidas, assim como as bebidas foram estocadas sob refrigeração a cerca de 4 °C.

As bebidas foram servidas em copos brancos de poliestireno (30 mL da bebida em copo 50 mL), etiquetados com códigos de 3 dígitos, selecionados aleatoriamente. As bebidas foram servidas em temperatura média de 4 °C.

Os julgadores foram informados sobre os ingredientes e sobre a composição elementar das bebidas. Além dos possíveis benefícios à saúde por eles proporcionados. O projeto para a análise sensorial dos 3 sabores de bebidas selecionadas foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Anexo III).

O teste foi realizado por 50 julgadores voluntários, para cada formulação, de ambos os sexos, não treinados e com idade entre 18 e 60 anos. As amostras foram avaliadas (Anexo IV) quanto à aceitabilidade global utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente; 9 = gostei extremamente) (Anexo IV).

A intenção de compra foi avaliada utilizando uma escala de cinco pontos, “definitivamente compraria” a “definitivamente não compraria” correspondendo ao maior e menor escore “5” e “1”, respectivamente (MEILGAARD et al., 1999).

As análises foram conduzidas em triplicata e os resultados apresentados como médias e desvios padrões.

Os dados das bebidas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5 % de significância, seguido pelo teste Tukey para comparação das médias.

4.5 Balanço de massa para a produção do polvilho azedo sob o enfoque das Tecnologias Limpas

A inexistência de dados publicados sobre a utilização da água da fermentação do amido de mandioca para a produção de uma nova bebida, sugere a elaboração de um balanço de massa, estimando a valorização de todo o potencial da mandioca. O balanço de massa foi apresentado com base nos dados publicados por Siriroth et

al. (2000) e Avancini (2007), além dos resultados apresentados neste trabalho, permitindo determinar a quantidade média de bebida obtida a partir da mandioca na produção do polvilho azedo, com mínima geração de resíduos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Obtenção da água da fermentação do amido de mandioca

A água da fermentação do amido de mandioca, matéria-prima para a produção da bebida em estudo, foi obtida mediante monitoramento da acidez (Figura 2), até atingir o patamar indicado por Marcon (2004), considerado o final da fermentação quando a acidez atingisse 2,0 N NaOH/100 mL, para que o amido obtido apresentasse as características desejáveis para panificação. A água obtida foi conservada sob refrigeração.

Até a realização do trabalho de Marcon (2004) a decisão sobre o término da fermentação ocorria de forma prática, sem qualquer monitoramento, contribuindo para a irregularidade do produto.

O trabalho de Demiate et al. (1999) e outros (CEREDA, 1981) avaliavam a acidez do produto final, de modo que não existia um parâmetro de controle para que o processo ocorresse em tempo mínimo, com segurança de desempenho do produto final em panificação, atribuída à expansão característica do polvilho azedo (Marcon et al, 2007).

Com a definição deste parâmetro, também foi possível a exploração das águas da fermentação a partir do trabalho de Avancini (2007). A realização destes trabalhos permitiu a criação da nova bebida estudada.

O desempenho da fermentação ilustrado na Figura 2 indica que o amido fermentado pode ser retirado para a secagem e as águas utilizadas na elaboração de novos produtos, no tempo estabelecido pelo parâmetro acidez titulável. Portanto, o material de partida para a obtenção da bebida, apresenta acidez inicial de, pelo menos, 2,0 N NaOH/100 mL.

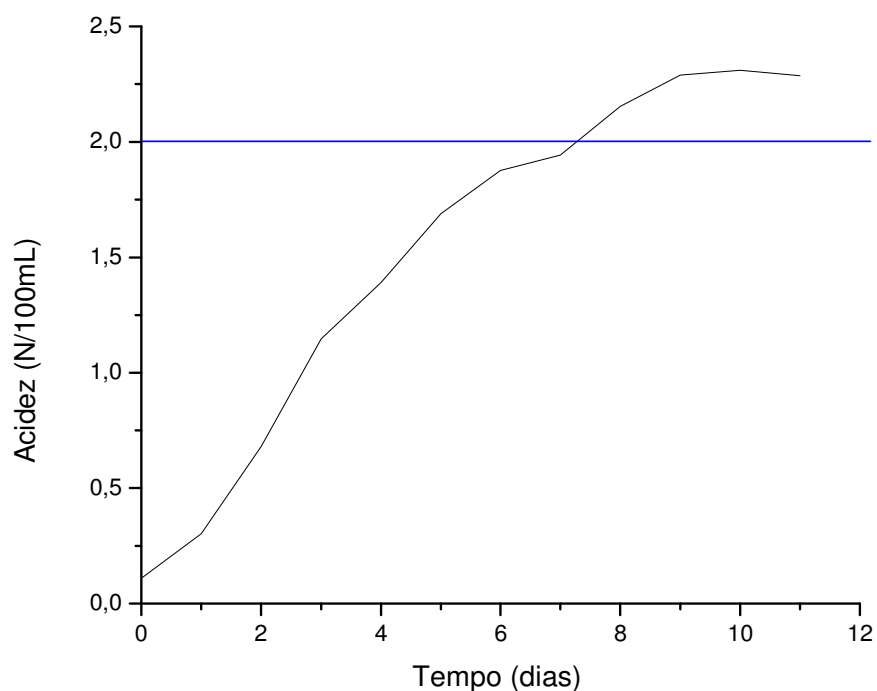


Figura 2 Variação da acidez das águas da fermentação do amido de mandioca, com a definição do final do processo fermentativo (— término da fermentação)

O comportamento do pH nas águas da fermentação do amido de mandioca (Figura 3) também seguiu o mesmo padrão encontrado por Marcon (2004). Redução brusca no pH nos dois primeiros dias da fermentação.

Outras publicações definem o pH 3,0 ou próximo como o final da fermentação. No entanto, as características tecnológicas desejáveis do produto em fermentação passam a ser obtidas a partir da acidez estabelecida, em pelo menos 2,0 N NaOH/100 mL, sendo que o pH não é utilizado como parâmetro para finalização de processo, pois o longo patamar em pH baixo não oferece um valor preciso para o término da fermentação (CEREDA, 1995; DEMIATE, 1999).

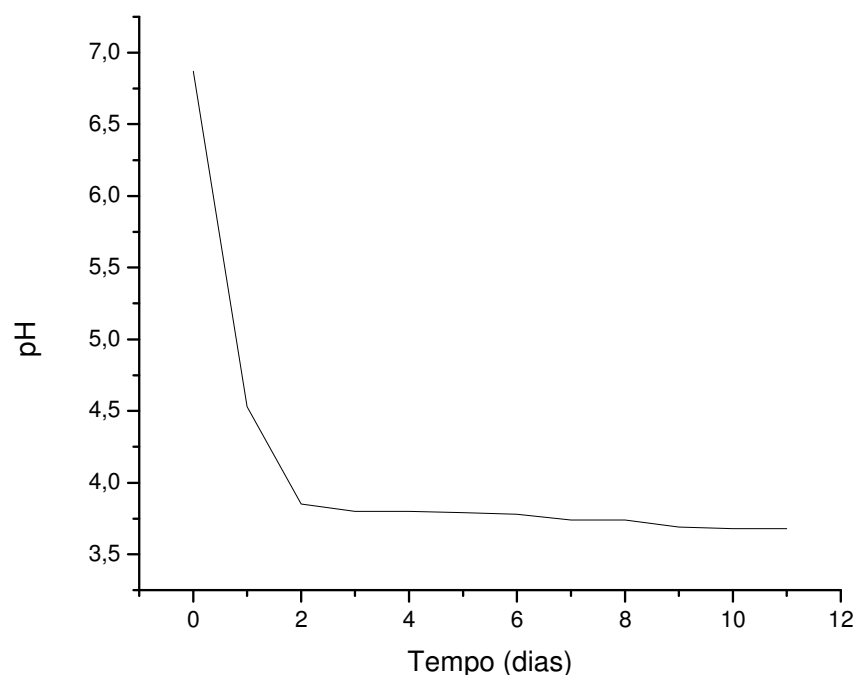


Figura 3 Monitoramento do pH nas águas da fermentação do amido de mandioca.

A consideração sobre o pH passa a ser importante quando o objetivo é a produção da bebida a partir destas águas. Com a intenção de produzir um alimento natural, sem conservante, a manutenção do pH baixo, devido aos ácidos gerados na fermentação do amido, principalmente láctico, propiônico e butírico (DEMIATE et al., 1999) oportuniza a produção de uma bebida em faixa segura de pH quanto à presença de patógenos.

A correlação entre pH e acidez (Figura 4) não é linear e pode ser expressa pela Equação 1. O valor de r de $-0,8628$, indica que um aumento da acidez corresponde à redução do pH, dentro das proporções apresentadas na Equação 1.

$$y = 0,9803x^2 - 3,3028x + 6,2716 \quad (\text{Equação 1})$$

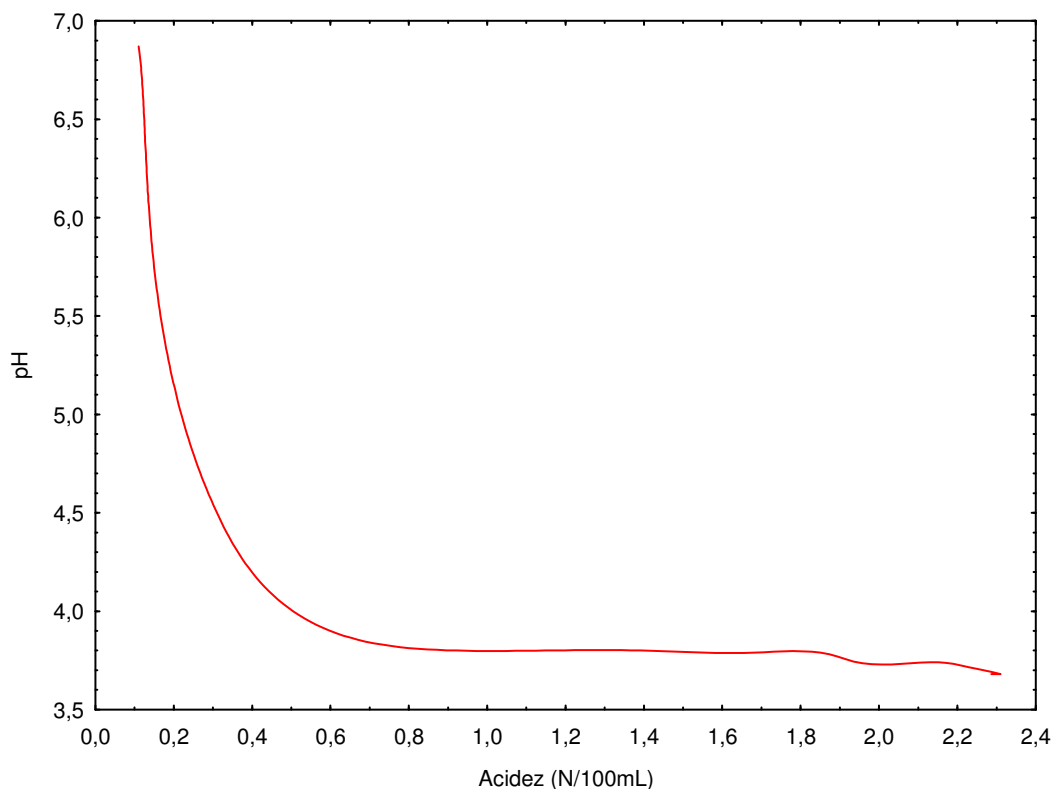


Figura 4 Correlação entre o pH e a acidez nas águas durante a fermentação do polvilho azedo.

Esta falta de linearidade poderia ser atribuída à natureza diversa dos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação do amido de mandioca.

Observa-se na Figura 3, que o pH estabelece o seu patamar em torno de dois dias, enquanto a acidez (Figura 2) estabiliza em cerca de doze dias.

O amido suspenso em água que caracteriza o tempo inicial da fermentação, tem pH em torno de 6,0 (MARCON, 2004). Durante a fermentação, a produção de ácidos orgânicos a partir do amido ocorre de forma proporcional à microbiota naturalmente presente na água, no ambiente e na matéria-prima.

Segundo Cereda (1987) a fermentação ocorre em três fases; a primeira é marcada por uma microbiota pouco exigente, dos gêneros *Escherichia*, *Alcalinigenes*, *Micrococcus* e *Pseudomonas*, e rápida queda do oxigênio dissolvido.

Também foi detectado um bacilo capaz de produzir enzima amilolítica, iniciando o ataque ao amido granular e fornecendo carbono às bactérias da segunda fase. Nesta segunda fase, o consumo de oxigênio propicia o desenvolvimento de

microrganismos microaerófilos facultativos ou anaeróbios estritos, mais exigentes produtores de ácido e gás e responsáveis pelas fermentações lácticas, acéticas, butíricas e propiônicas (CEREDA, 1987, citado por MARCON et al., 2007).

Na terceira fase aparecem os microrganismos de microflora saprófitas e contaminantes, entre os quais diversas espécies de leveduras responsáveis pelos compostos aromáticos (CEREDA; GIAJ-LEVRA, 1987; CEREDA, 1987; CEREDA et al., 1995; SILVEIRA et al., 2000).

Este comportamento na produção do amido fermentado de mandioca evidencia a geração continuada de ácidos orgânicos, dentro da diversidade microbiana do meio, ocasionando o aumento contínuo da acidez até que se estabeleça um equilíbrio na produção dos mesmos. Neste momento, o amido fermentado de mandioca (polvilho azedo), pode ser retirado dos tanques e seco ao sol.

As águas resultantes deste processo seguem este mesmo perfil, com a possibilidade do estabelecimento de certa regularidade, com a fixação do parâmetro de acidez para a sua utilização em novos produtos.

O monitoramento da temperatura da água de fermentação do amido de mandioca (Figura 5), matéria-prima para a produção do polvilho azedo mostrou que durante os doze dias de fermentação, a temperatura variou entre 24,5 e 30 °C.

Estas temperaturas contribuíram para que a velocidade de fermentação superasse aquelas atingidas por Marcon (2004), e também as vigentes nas regiões produtoras mais frias do estado de Santa Catarina.

O monitoramento de parâmetros de processo, não faz parte da realidade do setor polvilheiro, ou não existe adequação do processo para o controle da temperatura nos tanques de fermentação; o que possibilita o desenvolvimento de culturas microbianas adequadas às condições climáticas vigentes em cada região produtora, contribuindo para a tendência à irregularidade no processo produtivo.

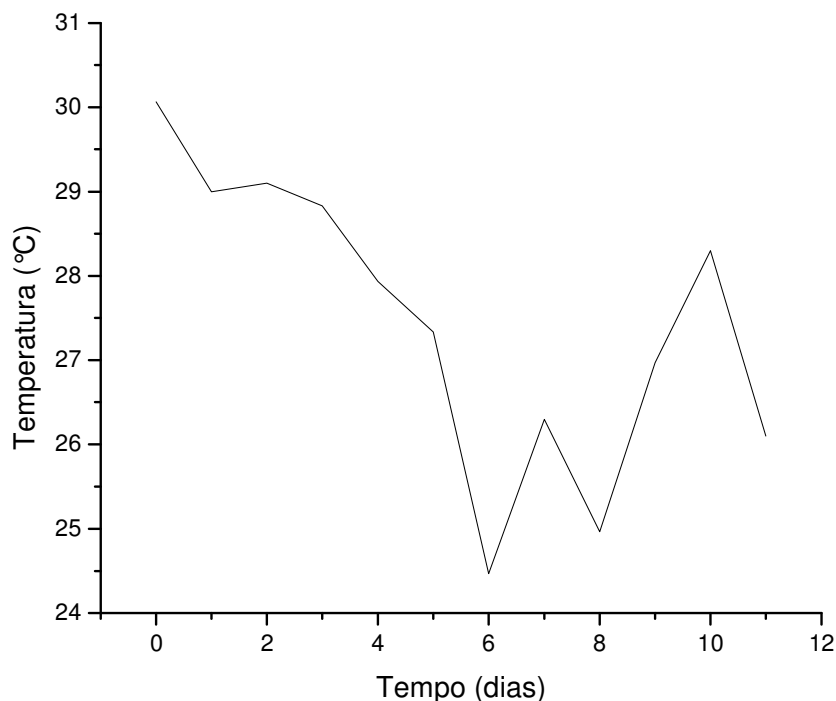


Figura 5 Variação da temperatura da água da fermentação do amido de mandioca avaliada em condições laboratoriais.

A água da fermentação do polvilho azedo, matéria-prima para a elaboração da bebida estudada neste trabalho, representava até a realização do trabalho de Avancini (2007), um efluente industrial, os constituintes contribuindo para a carga poluente.

Após os resultados do ensaio biológico e da indicativa da presença de microrganismos probióticos, abriu-se uma nova oportunidade, para a conversão deste resíduo em matéria-prima.

5.1.1 Caracterização da água da fermentação do amido de mandioca

A água da fermentação do amido de mandioca constitui-se em um líquido transparente, com aparência similar à água de coco (Figura 6). Os sólidos solúveis e em suspensão presentes neste resíduo agroindustrial são provenientes do processo de fermentação do amido, hidrólise enzimática e utilização dos produtos de hidrólise.



Figura 6 Água da fermentação do amido de mandioca

A principal preocupação até a realização dos trabalhos de Marcon (2004) e Avancini (2007) estava centrada nos efeitos da fermentação sobre as propriedades do polvilho azedo, desconsiderando as propriedades da água de fermentação, tida como efluente com elevada carga orgânica, representando impacto ambiental, necessitando ser tratada.

Sob os conceitos das Tecnologias Limpas todo o potencial das matérias-primas e intermediários em processos industriais deve ser valorizado visando à minimização de resíduos. Esta visão vem mudando a realidade dos resíduos agroindustriais, sendo convertidos em matérias-primas ou em produtos, segundo a sua caracterização química (LAUFENBERG, 2003).

Os trabalhos pioneiros sobre as águas da fermentação do amido de mandioca não consideraram o seu comportamento na estocagem sob refrigeração, o que seria importante para a avaliação do seu emprego em novas bebidas.

O presente trabalho avaliou a composição química da água, com ênfase na geração de uma nova bebida.

A Figura 7 ilustra a variação do teor de sólidos durante a estocagem da água da fermentação do amido de mandioca, sob refrigeração.

No início da estocagem, na coleta da amostra dos tanques de fermentação, a quantidade de sólidos totais, suspensos e solúveis é em torno de 0,12 %

peso/volume. Nas duas primeiras semanas, ocorreu um incremento significativo no teor de sólidos que pode ser atribuído ao consumo dos nutrientes para a reprodução microbiana. A partir da segunda semana de estocagem foi observado um declínio no teor de sólidos, provavelmente pela falta de nutrientes disponíveis no meio e a utilização do material unicelular em um processo de manutenção dos microrganismos presentes.

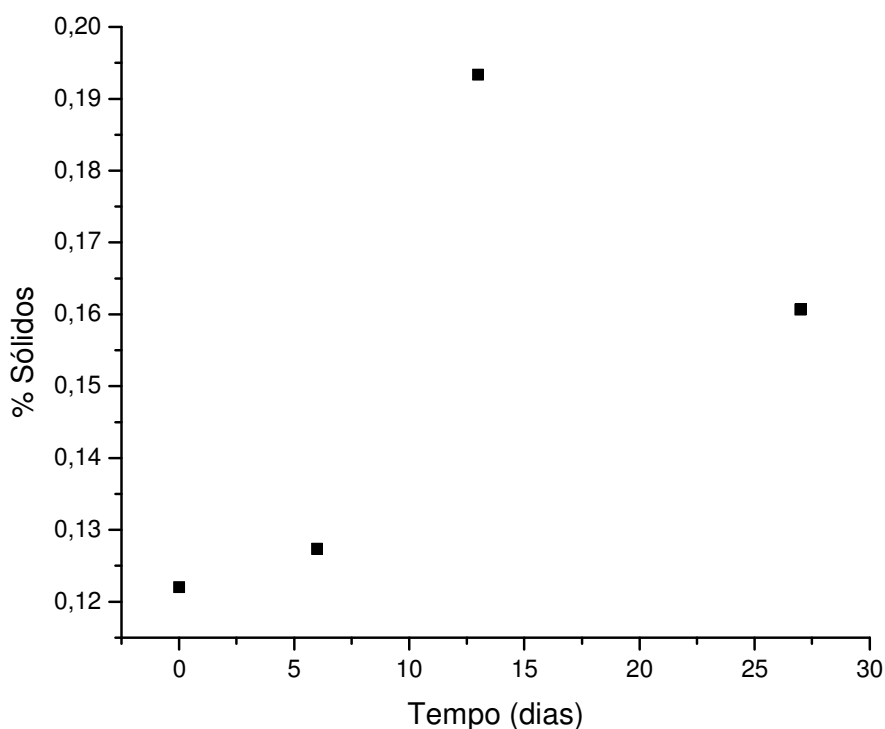


Figura 7 Variação do teor de sólidos totais na água de fermentação do amido de mandioca, armazenada sob refrigeração (4 °C).

A acidez foi o parâmetro empregado para finalizar o processo fermentativo e ao mesmo tempo, constitui-se em importante característica sobre as propriedades sensoriais e estabilidade da bebida a ser formulada a partir destas águas.

A Figura 08 ilustra a variação da acidez na água da fermentação do amido de mandioca armazenada sob refrigeração a 4 °C.

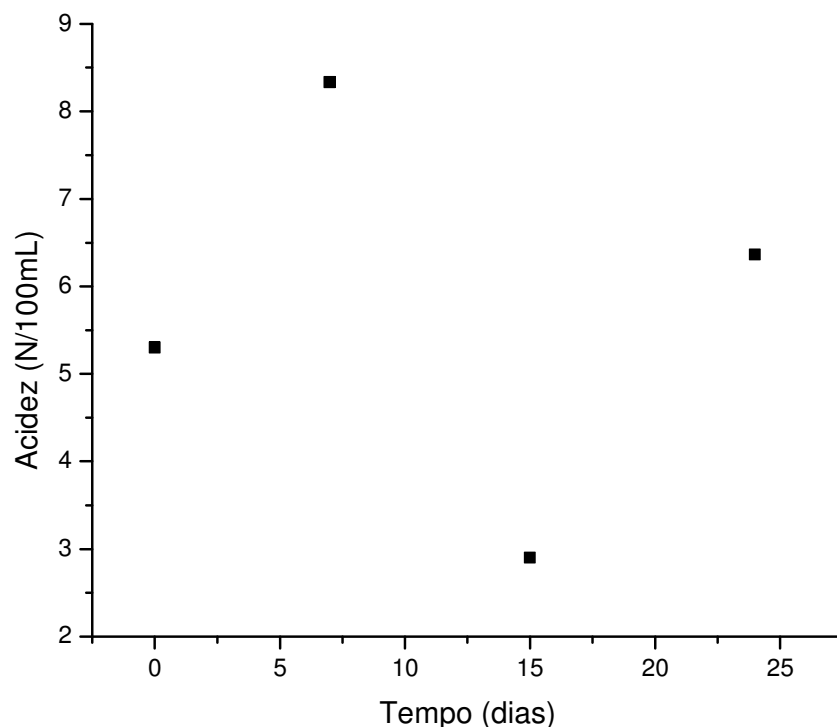


Figura 8 Variação da acidez na água de fermentação do amido de mandioca armazenada sob refrigeração (4 °C).

Grande parte dos sólidos suspensos e solúveis na água em estudo tendem a ser derivados do amido hidrolisado. Este fato é justificado com o comportamento da água nos primeiros dias de estocagem com aumento da acidez até o consumo destes substratos para a geração de ácidos orgânicos. A partir de uma semana de estocagem, a acidez passa a decrescer, provavelmente em decorrência da geração de material celular em decomposição, que predominantemente é constituído por compostos nitrogenados. Este mesmo material poderia servir como nutriente para a reprodução de mais microrganismos produtores de ácidos orgânicos. Esta hipótese poderá ser corroborada a partir da análise microbiológica desta água durante a estocagem.

O comportamento do pH na estocagem também revela alterações na composição do material sólido presente. Ocorre aumento significativo do pH em todo o período (Figura 9).

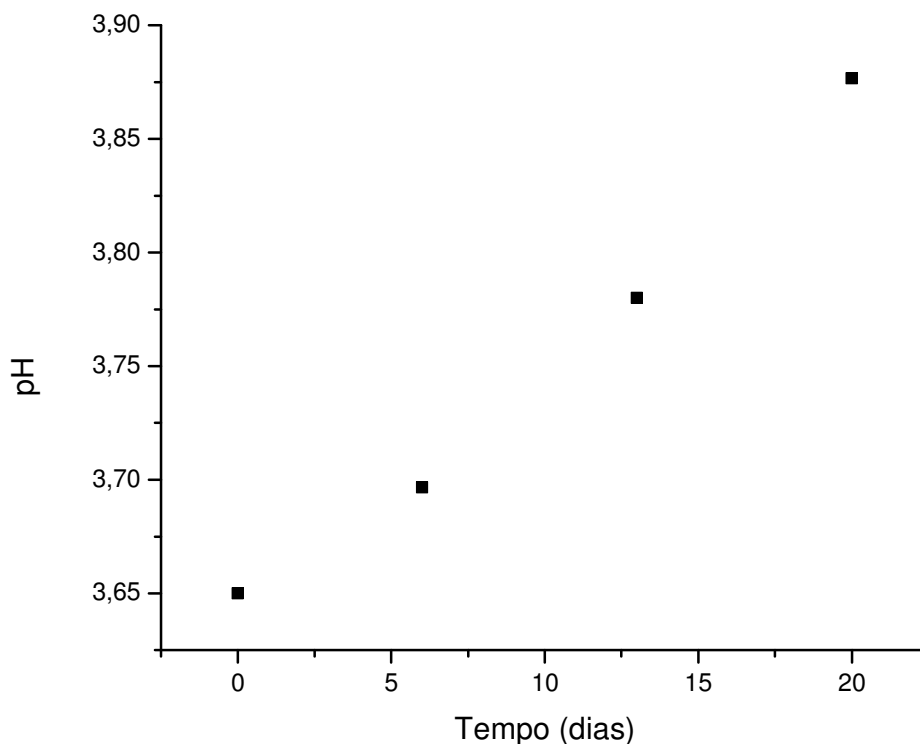


Figura 9 Variação do pH durante a estocagem da água da fermentação do amido de mandioca sob refrigeração (4 °C).

O número de UFC/mL de bactérias ácido-láticas variou durante as quatro semanas de estocagem da água da fermentação do polvilho azedo (Figura 10).

As BAL presentes na fermentação do amido de mandioca são predominantemente do gênero *Lactobacillus* que toleram meios ácidos e sobrevivem em pH de 3,6 a 4,0 (CARR, 2002).

Além do pH, fatores como temperatura e acúmulo de produtos finais do metabolismo dessas bactérias influenciam o crescimento microbiano (CHARALAMPOPOULOS et al., 2002). Um, ou alguns, desses fatores podem ter causado a variação das BAL durante a estocagem sob refrigeração.

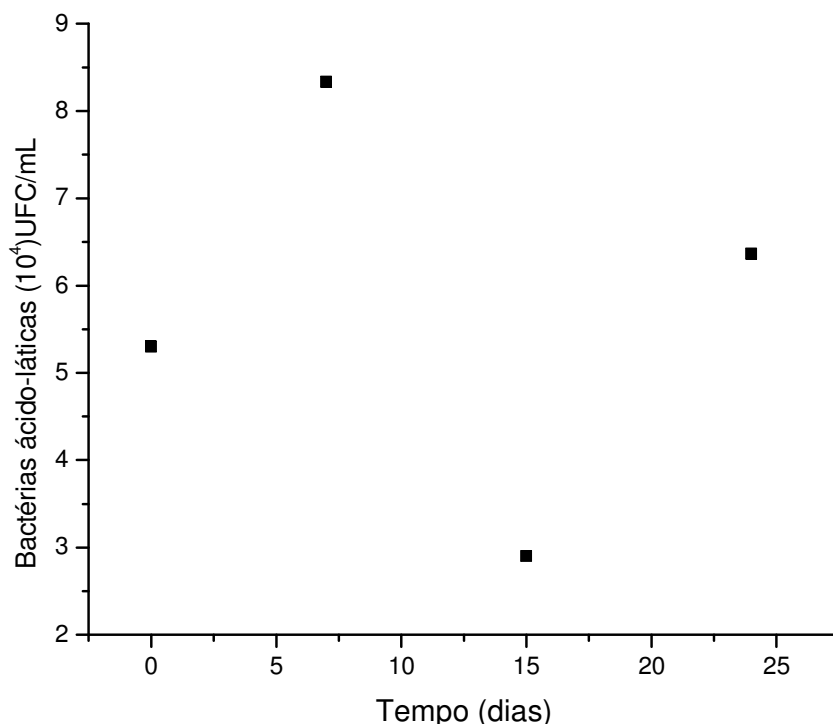


Figura 10 Variação das bactérias ácido-láticas durante a estocagem da água da fermentação do amido de mandioca sob refrigeração (4 °C).

Na última semana de avaliação, apesar do pH ainda apresentar valores abaixo de 4,00 foram feitas contagem de bolores e leveduras e mesófilos totais (Tabela 1).

A legislação brasileira prevê através da portaria nº451 da Secretaria de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1978) contagem para Bolores e leveduras em sucos e refrescos “in natura” de 10⁴ UFC/mL. Porém, a mesma portaria define suco como sendo uma bebida não fermentada e não diluída da parte comestível da planta.

Não há registro para bebida fermentada não alcoólica e não lática.

Para o leite fermentado os níveis aceitáveis são de 10³UFC/g. Em ambos os casos a água da fermentação apresentou valores para a contagem de bolores e leveduras acima dos padrões estabelecidos, no final das quatro semanas de estocagem, mas esses valores ainda foram semelhantes aos encontrados por Avancini (2007) que avaliou polvilharias no estado de Santa Catarina.

O resultado encontrado também foi superior ao determinado pela legislação (Brasil, 1978) para o polvilho azedo, 10³UFC/g.

Para Mesófilos Totais a contagem na quarta semana esteve na ordem de 10^6 UFC/mL. Avancini (2007) encontrou valores próximos no início e no final da estocagem sob refrigeração. Sillveira et al. (2003) que avaliou polvilharias do estado de Minas Gerais obteve valores na ordem de 10^8 UFC/mL.

A diferença é, provavelmente, devido às avaliações de Avancini (2007) e Silveira (2003) terem sido feitas diretamente nas polvilharias.

A ANVISA não prevê contagem máxima para mesófilos, mas Oliveira et al (2006) mostra valores semelhantes aos obtidos neste trabalho, para contagem em suco de laranja não pasteurizado, e diz que pode haver falta de sanitização em alguma parte do processo.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de boas práticas de fabricação nas polvilheiras quando o objetivo for a utilização das águas na elaboração de bebidas.

Tabela 1 Resultados de ensaios microbiológicos para Bolores e Leveduras e Mesófilos totais nas águas da fermentação do polvilho azedo aos 28 dias de armazenamento.

Microrganismo	Contagem
Bolores e Leveduras (10^6 UFC/g)	$7,77 \pm 3,15$
Mesófilos totais (10^6 UFC/mL)	$2,73 \pm 1,13$

Sugerindo estas mudanças conceituais na elaboração do polvilho azedo, em especial quanto ao aspecto sanitário, a partir das perspectivas encontradas por Avancini (2007), de que a água da fermentação do polvilho azedo até então considerada um efluente industrial, poderia ser seguramente estudada para o desenvolvimento de produtos para a alimentação humana.

No presente trabalho, foi formulada a bebida a partir da água da fermentação do amido de mandioca, com a finalidade de mascarar o odor característico do efluente e desenvolver um produto aceitável pelo consumidor.

Durante a estocagem avaliada a presença de álcool (Tabela 2) na água da fermentação. A fermentação alcoólica também pode ocorrer pela presença de algumas leveduras no final do processo de fermentação.

Tabela 2 Presença de álcool na água da fermentação do amido de mandioca estocada sob refrigeração (4 °C)

Amostra	Temperatura de ebulição (°C)	Presença de álcool (° GL)
A	100,0	ND
B	100,1	ND
C	97,8	2,5

ND – não detectado

Na primeira fermentação conduzida em 3 bateladas apenas uma delas apresentou presença de álcool.

5.2 Desenvolvimento das bebidas a partir da água da fermentação do amido de mandioca

A avaliação entre as formulações elaboradas (ANEXO I), destacou as amostras 7, 13 e 21, sabores tangerina, acerola e uva, respectivamente (Figura 11).

A partir destas formulações foram realizadas as análises de caracterização das bebidas.

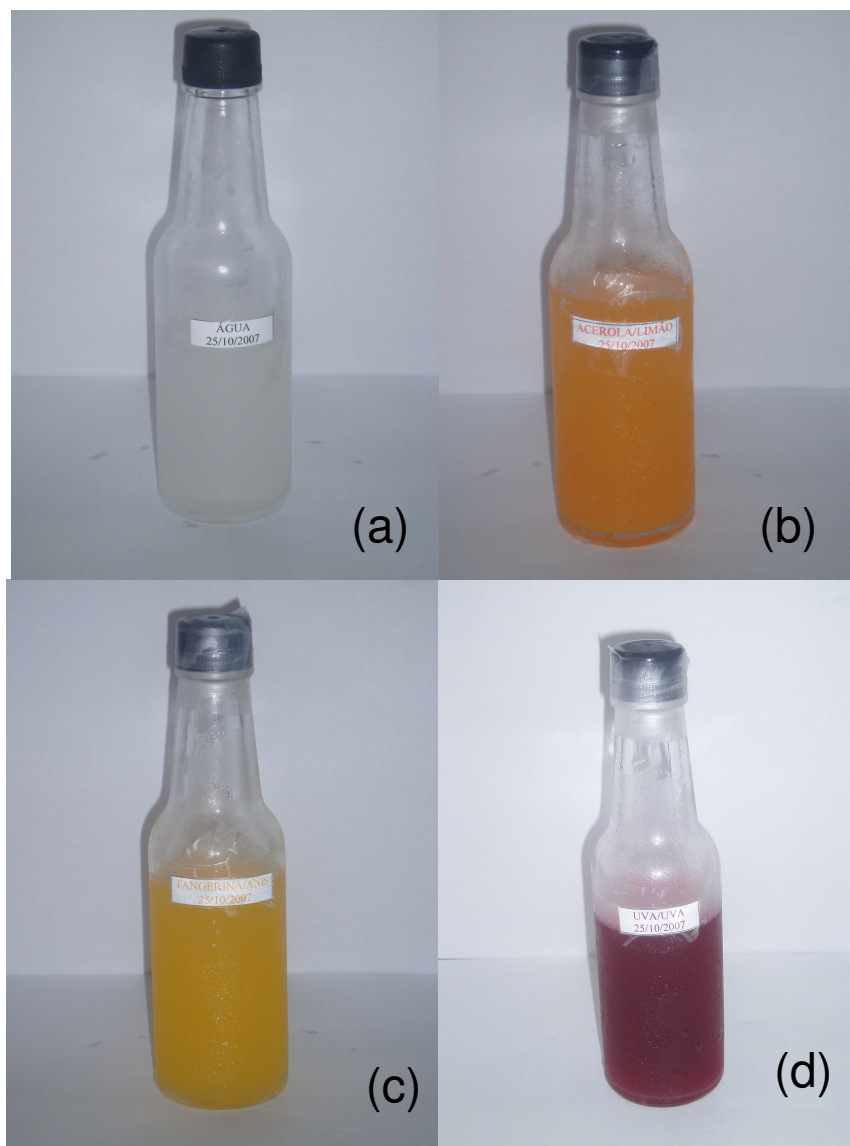


Figura 11 Representação da água da fermentação (a); bebida da água da fermentação do polvilho azedo sabor acerola com aroma de limão (b); bebida da água da fermentação do polvilho azedo sabor tangerina com aroma de anis (c) e bebida da água da fermentação do polvilho azedo sabor uva com aroma de uva (d).

5.2.1 Caracterização das bebidas elaboradas a partir da água da fermentação do amido de mandioca

Foi determinada a composição centesimal das formulações selecionadas (Tabela 3). Os carboidratos representam a maioria dos sólidos presentes no produto. O teor de cinzas baixo, não detectável em duas das três amostras.

Tabela 3 Composição centesimal das bebidas elaboradas a partir da água da fermentação do amido de mandioca, sabores acerola, tangerina e uva.

Sabores	Composição					
	Umidade (%)	Cinzas(%)	Lipídeos (%)	Proteína (%)	Carboidratos (%)	Energia (Calorias/100g)
Acerola	88,37 ± ,094	0,021 ±0,0054	0,21 ± 0,06	0,21 ± 0,03	11,19	44,49
Tangerina	89,37 ±0,07	ND	0,13 ± ,035	0,22 ± 0,02	10,32	43,33
Uva	88,98 ± 0,14	ND	0,19 ± 0,03	0,18 ± 0,04	10,56	44,67

ND - não detectado

A composição nutricional pode ser comparada com valores da composição centesimal de novas bebidas ainda em desenvolvimento, por exemplo, um drinque de soro de queijo sabor acerola e com suco de laranja que apresentaram valores superiores de proteína. O suco de laranja apresenta quantidade menor de carboidratos (Tabela 4).

Tabela 4 Composição centesimal do suco de laranja e drinque de soro de queijo.

Bebidas do mercado	Composição centesimal				
	Umidade (%)	Cinzas(%)	Lipídeos (%)	Proteína(%)	Carboidratos (%)
Suco de Laranja*	90,2	0,4	ND	0,7	8,7
Drinque de Soro de Queijo**	85,0	0,08	0,14	0,52	14,2

*Fonte: TACO,

**Fonte: Cruz et al. (2007).

Considerando a bebida desenvolvida, o teor de carboidratos está dentro da média para as bebidas ilustradas.

5.2.2 Estudo da bebida armazenada sob refrigeração

O comportamento das bebidas formuladas foi acompanhado durante a estocagem, pois os ingredientes introduzem nutrientes que podem alterar o

comportamento na estocagem, quando comparado à água da fermentação do polvilho azedo pura.

As composições nutricionais dos sucos concentrados estão ilustradas no Anexo II, havendo grande regularidade, com carboidratos em predominância, sendo o teor de vitamina C superior para o suco e acerola, 35mg/100mL, o que indica maior acidez neste produto.

5.2.2.1 Acidez

A variação da acidez para os três sabores da bebida ao longo de vinte e um dias está apresentada na Figura 12.

A bebida fermentada da água do polvilho azedo sabor uva apresentou os valores de acidez mais baixos e seguiu um comportamento semelhante à tangerina até a última análise. Ambos coincidem com o comportamento da acidez para a água da fermentação (Figura 7).

A bebida fermentada da água do polvilho azedo acerola diferiu das demais e também da água da fermentação, mantendo o aumento da acidez nas primeiras semanas e decaindo na semana final da análise.

Os três sabores apresentaram diferença significativa entre os valores avaliados durante a estocagem.

A acidez da bebida sabor acerola e tangerina foi igual no tempo zero, no entanto, as diferenças se definem durante o tempo de estocagem, havendo redução na acidez para o sabor acerola e aumento para os outros dois sabores.

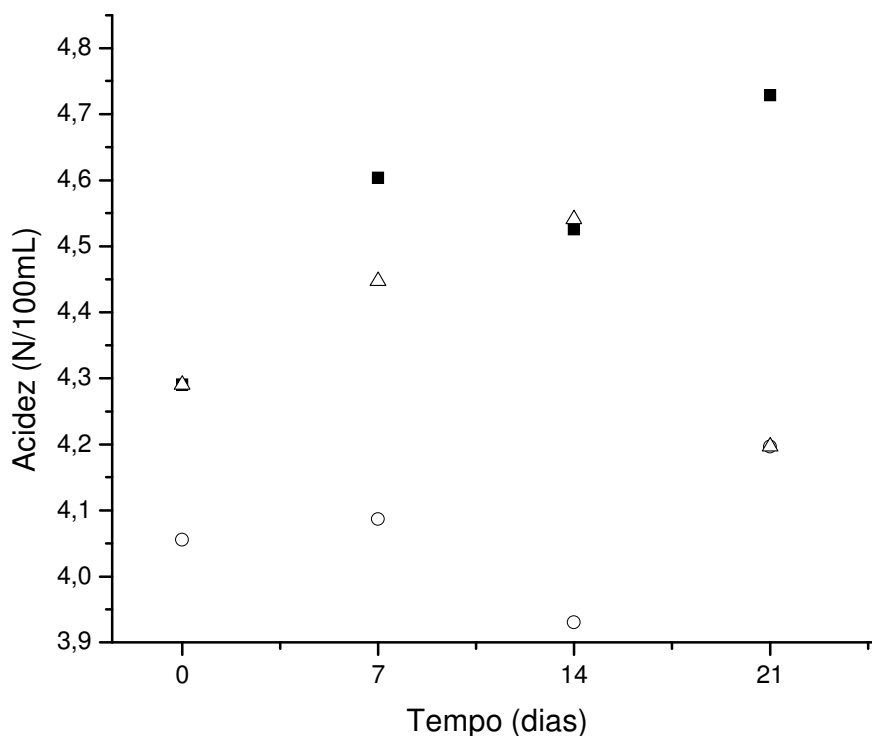


Figura 12 Variação da acidez (N/100mL) durante a estocagem das bebidas sob refrigeração (4 °C). (Δ Acerola ■ tangerina ○ Uva)

Este comportamento indica que os microrganismos presentes na água da fermentação do polvilho azedo utilizam como fonte de carbono os carboidratos das bebidas sabor tangerina e uva, até o final da estocagem, enquanto no suco sabor acerola, este comportamento é observado até a segunda semana de estocagem; apresentando resultado diferenciado dos demais sabores na terceira semana, o que poderia justificar a redução no teor de sólidos totais da bebida de suco de acerola na segunda semana de estocagem, reduzindo o aporte nutricional para os microrganismos.

5.2.2.2 pH

A bebida obtida a partir da água da fermentação do polvilho azedo, apresenta como característica o pH baixo. A variação semanal do pH está representada na Figura 13, onde pode ser observado o mesmo comportamento para todos os sabores.

Comparativamente, valores de pH com mínimos de até 3,11 foram encontrados para suco de laranja por Oliveira (2006). Em suco de acerola o pH fica em torno de 3,50, independente do estágio de maturação (GONGATTI NETTO et al., 1996), chegando a 3,10 (QUINTEROS, 1995). Franco (1996) cita o suco de limão com pH de 2,40.

Os valores encontrados na bebida fermentada da água do polvilho azedo ficaram na faixa de pH entre 3,20 e 3,56. A avaliação semanal para cada sabor mostrou que houve diferença significativa na estocagem por três semanas.

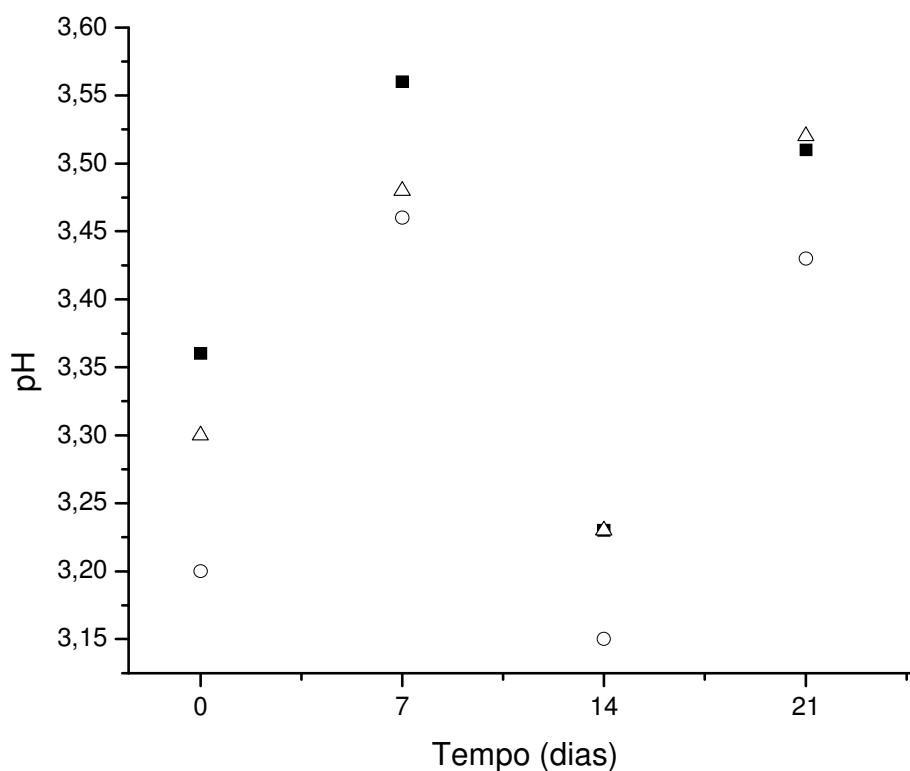


Figura 13 Variação do pH durante a estocagem das bebidas sob refrigeração (4 °C). (Δ Acerola ■ tangerina ○ Uva)

O comportamento observado do pH das bebidas produzidas (Figura 13) foi claramente diferenciado do pH das águas da fermentação sem adição de ingredientes (Figura 8), mostrando que a adição dos ingredientes interfere na composição do produto.

O pH mínimo atingido durante a estocagem para as bebidas dos três sabores, é maior que 3,00 e o pH máximo atingido é menor que 3,55. Estes dois valores podem ser analisados quanto à probabilidade de manutenção e reprodução de bactérias probióticas e também quanto ao aspecto de conservação do produto.

O pH mínimo foi atingido em torno de quatorze dias, significando um ponto final na estocagem, a qual deve ser indicada para um tempo menor do que duas semanas, preferencialmente até o sétimo dia.

5.2.2.3 Sólidos totais

A variação de sólidos nas bebidas desenvolvidas (Figura 14) difere do comportamento da água da fermentação sob refrigeração. As bebidas apresentaram uma quantidade maior de sólidos. A maior influência deve-se a adição de outros ingredientes principalmente polpas de frutas.

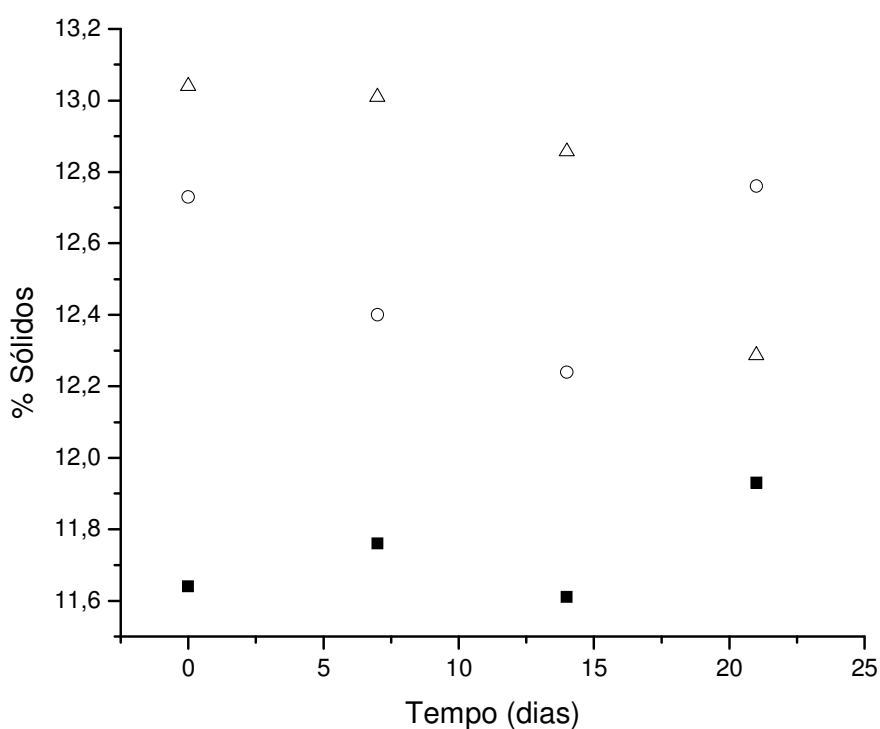


Figura 14 Variação de sólidos durante a estocagem das bebidas sob refrigeração (4 °C). (○Acerola ■ tangerina ΔUva)

Durante a estocagem, a bebida sabor tangerina manteve o teor de sólidos constante comparativamente aos outros sabores, até a segunda semana de estocagem, enquanto os outros sabores apresentam-se diferenciados.

A bebida sabor uva apresentou tendência para a redução do teor de sólidos até a segunda semana, com aumento a partir deste tempo de estocagem.

Quanto à bebida sabor acerola, ocorreu redução no teor de sólidos durante todo o período de estocagem. A redução observada para sólidos totais durante a estocagem, indica uma conversão de compostos fixos em voláteis durante a estocagem sob refrigeração; considerando que avaliação de sólidos totais foi realizada por método gravimétrico, em estufa a 65 °C, oportunizando a eliminação do material volátil, os quais poderiam ter sido detectados por análise de *head space*, o que pode ser sugerido para trabalhos futuros.

5.2.2.4 Graduação Alcoólica

Durante a estocagem das bebidas foi realizado teste alcoólico usando o ebuliômetro. Nenhum dos sabores apresentou presença de álcool (Tabela 5).

Tabela 5 Presença de álcool nas bebidas produzidas das águas da fermentação do amido de mandioca estocadas sob refrigeração (4 °C)

Amostra	Tebulição (°C)	Presença de álcool (° GL)
Acerola	99,8	ND
Tangerina	99,0	ND
Uva	100,0	ND

ND não detectado

5.2.3 Análise sensorial

As bebidas de acerola, tangerina e uva foram avaliadas sensorialmente por 50 julgadores não treinados, de ambos os sexos, 54% homens e 46% mulheres.

Observou-se variação significativa nos testes avaliados: aceitação das bebidas (Tabela 6) e intenção de compra (Tabela 7).

Os sabores de maior aceitação foram uva e tangerina. Apesar da variação significativa ($p < 0,05$) entre os sabores de uva e acerola todos os valores ficaram na mesma faixa da escala hedônica, entre as opções “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

A principal dificuldade encontrada na elaboração de uma bebida agradável ao consumo a partir de um efluente, com sabor e odor característicos da fermentação do polvilho azedo, foi mascarar estas propriedades e atingir a aceitação dos consumidores, que teriam rejeitado o produto se o sabor ou odor lembrasse o polvilho azedo.

Com os resultados obtidos, o sabor e o odor da fermentação foram mascarados e bebida obteve aceitação positiva para todos os sabores testados. Sendo um trabalho pioneiro, abre-se uma importante perspectiva para a indústria produtora do polvilho azedo, que passará a contar com uma nova oportunidade de negócio.

Tabela 6 Resultado testes de aceitabilidade sensorial das bebidas da água da fermentação do amido de mandioca, sabores acerola, tangerina e uva*

Escore obtido para aceitação (escala de 1 – 9)	Sabores		
	Acerola	Tangerina	Uva
	6,26 ^a	6,52 ^{ab}	6,90 ^b

*Valores com letras diferentes em uma mesma linha (a,b) são significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

A Tabela 5 ilustra os resultados para a intenção de compra, baseados apenas na análise sensorial. Sendo que a decisão depende de outros fatores, principalmente o fator econômico.

Se a bebida apresentou-se positiva para a aquisição, análise econômica deverá ser realizada visando estabelecer uma faixa de preço para o produto no mercado.

A indicação de compra vai depender também dos concorrentes, a maioria deles bebidas probióticas de origem lática.

Considerando o público com restrições dietéticas à proteína de origem animal, a bebida elaborada além de ser inovadora pela origem, constitui-se em um produto com probabilidade de tornar-se uma alternativa para o consumo de probióticos, dependendo dos resultados da microbiologia, para este produto.

Tabela 7 Intenção de compra das bebidas*

Sabores	Acerola	Tangerina	Uva
Intenção de compra (escore de 1 -5)	3,38 ^a	3,22 ^a	3,46 ^a

*Valores com letras diferentes em uma mesma linha (a) são significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

A bebida, devido ao processo fermentativo de produção, encerra uma grande diversidade de sabores e odores, os quais podem agradar a públicos diversos.

Foi realizado um ensaio, se dentre os avaliadores, os consumidores homens e mulheres, apresentavam aceitabilidade significativamente diferentes.

Os resultados (Tabela 8) indicaram que não existe diferença significativa para a aceitabilidade entre os sexos dos provadores.

Houve diferença significativa mostrando que os homens preferiram o sabor de uva mais que o de tangerina.

Vê-se também que a aceitação dos homens pela bebida de uva ficou na faixa da escala hedônica entre o “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

Tabela 8 Aceitação das bebidas por diferença de gênero

Avaliadores	Sabores		
	Acerola	Tangerina	Uva
Homens	6,79 ^{ab}	6,17 ^b	7,16 ^a
Mulheres	6,46 ^{ab}	6,69 ^{ab}	6,60 ^{ab}

*Valores com letras diferentes (a,b) são significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

A elaboração e a alegação de probióticos em determinados produtos, também podem influenciar a demanda dos consumidores por este tipo de alimento funcional, podendo representar nos resultados da preferência pelos mesmos. Esta é uma realidade constante em pesquisas sensoriais com este tipo de produto (LUCKOW, 2006).

5.2.4 Análise microbiológica

5.2.4.1 *Lactobacillus plantarum*

Gomes e Malcata (1999), relatam que é essencial que os produtos probióticos fermentados contenham um número satisfatório de células ativas no momento do consumo, ou seja, ao menos 10^6 UFC/mL. A maioria dos países não estabeleceu padrões para a contagem de células viáveis em produtos probióticos (SHAH, 2000). A legislação brasileira também não estabelece padrão para estes produtos (BRASIL, 2002).

No presente trabalho, a contagem microbiológica nas águas, esteve em 10^5 UFC/mL, considerado abaixo do ideal para ser assim considerado probiótico. O trabalho de Avancini (2007) identificou *Lactobacillus plantarum*, e a faixa de probióticos nas águas esteve em 10^4 UFC/mL.

Trabalhos adicionais fazem-se necessários, pois a bebida foi formulada com adição de sacarose e os sucos concentrados. Todos os ingredientes interferem na microbiota da bebida.

Além dos constituintes, em si, o pH de sobrevivência dos microrganismos, pode não ser ideal segundo a natureza dos ingredientes que contribuem para a alteração do pH e dos demais parâmetros da composição da bebida.

5.2.4.2 Bolores e Leveduras e Mesófilos totais

A contagem para bolores e leveduras e mesófilos totais nas bebidas (Tabela 9) foi baixa, em torno de 10^1 UFC/g. Mesmo que a bebida produzida não se enquadre em nenhuma categoria prevista na legislação brasileira pode-se dizer que o resultado encontrado para esses microrganismos atingiu a expectativa, quanto à bebida estável sem adição de conservantes.

Tabela 9 Resultados de ensaios microbiológicos para Bolores e Leveduras e Mesófilos totais nas bebidas armazenadas sob refrigeração (4°C)

Microrganismo	Contagem
Bolores e Leveduras (10 UFC/g)	1,0
Mesófilos totais (10 UFC/mL)	6,4

6 PRODUÇÃO DO POLVILHO AZEDO SOB AS PERSPECTIVAS DAS TECNOLOGIAS LIMPAS

O amido de mandioca, também conhecido como fécula de mandioca, apresenta crescente demanda, devido à facilidade na extração e, em processos químicos na produção de amidos modificados pela estrutura do grânulo de amido (MOORE et al., 2005; MARCON et al., 2007a).

O polvilho azedo é considerado um amido naturalmente modificado (DEMIATE et al., 1999). No entanto, o nível de desenvolvimento atingido pelo mercado e pela tecnologia, voltados para a fécula, são incomparáveis aos do polvilho azedo. A principal justificativa está na aplicação final do produto, restrito à panificação em produtos regionais.

Com a procura por alimentos sem glúten, o polvilho azedo tem a oportunidade de ampliar o mercado, encontrando como principal barreira a falta de padronização do produto (MARCON et al., 2007 a e b).

Tanto a produção do amido de mandioca quanto a fermentação, na obtenção do polvilho azedo, apresentam restrições ambientais, devido à elevada carga orgânica de seus efluentes.

Sob o enfoque das Tecnologias Limpas (Tecnologias mais Limpas = T+L), os processos são avaliados com o objetivo de reduzir a emissão de resíduos.

A preservação ambiental não deixa de ser importante, porém, as análises são realizadas em função das características das matérias-primas e dos resíduos sólidos e líquidos, com a finalidade de explorá-los economicamente, convertendo-os em oportunidade de renda.

Diante deste cenário, da necessidade de padronização para o polvilho azedo e de medidas para a minimização dos resíduos industriais e, a partir dos trabalhos realizados por Marcon (2004) e Avancini (2007), o presente trabalho apresenta uma proposta para uma nova indústria de fécula e polvilho azedo; em parte, utilizando os resultados publicados por outros pesquisadores (SIRIROTH et al., 2000), por pesquisadores do grupo e os realizados no trabalho atual e, também perspectivas para novos trabalhos, alguns em andamento e outros ainda para serem iniciados.

A Figura 15 ilustra o balanço de massa para a produção da fécula de mandioca e do polvilho azedo, adaptado de Sriroth et al. (2000) para a fécula e, proposto no presente trabalho, para o polvilho azedo.

Atualmente, as águas efluentes da produção da fécula (manipueira), apesar de muito estudadas, ainda são tratadas em lagoas de estabilização, onde residem até a redução da carga orgânica a níveis aceitáveis pelas leis ambientais.

No novo processamento sob o enfoque das tecnologias Limpas, todos os resíduos sólidos e líquidos passam a ser valorizados.

Os trabalhos publicados sobre a manipueira, a condenam não apenas pela carga orgânica, mas também pela presença do cianeto (LEONEL; CEREDA, 1996). O que é questionável são alguns resultados para cianeto nestes efluentes, quando as raízes de mandioca, das consideradas mais bravas, apresentam teor de cianeto em torno de 100 mg/kg e, que no processamento, para cada tonelada da raiz processada, são adicionados, no mínimo, 5000 litros de água, a maioria dos valores de cianeto para os efluentes superam os 100 mg/L, por exemplo atingem 459,86 mg/L (LEONEL; CEREDA, 1996).

Em torno destes valores publicados, os efluentes do processamento da mandioca na extração do amido, sempre foram considerados tóxicos, porém existem inúmeros trabalhos utilizando a manipueira como substrato para o crescimento microbiano (WOSIACKI et al., 2001), ou seja, as indicações de uso deste resíduo existem há pelo menos três décadas.

Este cenário ficou definido, com os trabalhos de Nitschke e Pastore (2003) que estudaram a produção de um bio-surfactante a partir da manipueira; Damasceno et al. (2003) produziram compostos voláteis usando *Geotrichum fragans* em manipueira como fonte de carbono no meio de cultura; Tung et al. (2004) cultivaram *Aspergillus oryzae* em manipueira reduzindo expressivamente a carga orgânica neste efluente.

Diferentemente do histórico de pesquisa sobre a manipueira, as águas da fermentação do polvilho azedo não tinham sido investigadas até o trabalho de Avancini (2007).

O principal motivo para a falta de estudos está no volume destas águas, incomparável ao da manipueira. O baixo volume não justificaria o trabalho de

pesquisa. No entanto, a associação do crescente interesse pelo polvilho azedo com a necessidade de gerar produto com padronização regular, leva ao interesse em desenhar uma nova perspectiva para a indústria de polvilho azedo no Brasil.

A mudança se apresenta como um grupo de oportunidades para esta agroindústria sendo: 1) produção de polvilho azedo pelo método rápido conforme proposto por Marcon (2004), maior produtividade para o setor; 2) criação de um *starter* microbiano para a regularidade do produto; 3) utilização das águas no desenvolvimento de um novo produto, a partir do trabalho de Avancini (2007); 4) viabilizar a utilização da manipueira, em sistema fermentativo similar ao do polvilho azedo para aumentar a produção das águas com as mesmas características das águas da fermentação do polvilho azedo, incrementando a produção desta nova matéria-prima; 5) a indústria produtora de polvilho azedo passa a ter dois produtos para o mercado, sendo o polvilho de melhor qualidade e uma nova bebida elaborada a partir das águas da fermentação.

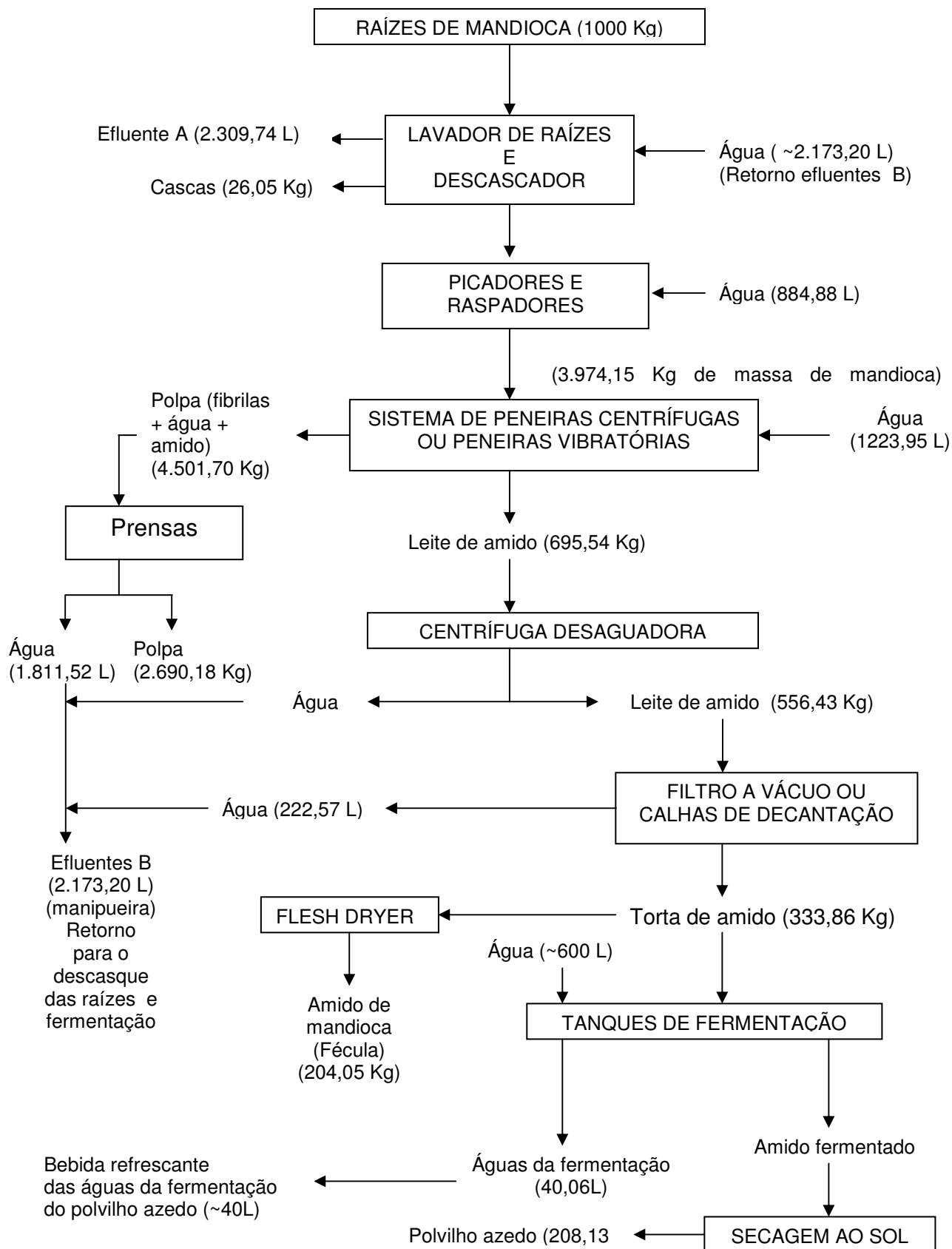


Figura 15 Balanço de massa na produção do amido (fécula) e amido fermentado de mandioca (polvilho azedo) (adaptado de SIRIROTH et al., 2000).

O retorno das águas do processamento da mandioca para a limpeza e descasque das raízes (Efluente A) já é uma realidade junto aos produtores de amido de mandioca.

A utilização da polpa, ou massa fibrilar da separação do leite de amido apresenta, ainda, cerca de 50% de amido, base peso seco. Tanto a valorização deste resíduo pela fração fibra, quanto pelo amido, justificam o interesse em sua utilização, pois era considerado resíduo, há menos de duas décadas.

No que diz respeito à aplicação para alimentos, a polpa vem sendo acrescentada à massa na produção de farinha de mandioca rica em fibra. Sendo a elevada capacidade de retenção de água o maior problema prático.

Devido a isto, existe a indicação de modificar o amido aderido às fibras antes da secagem de um produto com maior valor agregado, daí que a conversão do amido associado à polpa para aplicações em petroquímica (hidroxipropilamido) também justificam a sua valorização.

Esta aplicação consiste em uma patente da Inquil – Indústrias Químicas Indígenas, derivada do trabalho acadêmico de Schmitz, publicado por Schmitz et al. (2006).

A minimização dos resíduos tanto no processamento do amido de mandioca quanto em qualquer outro setor depende de estudos sobre caracterização de matérias-primas e resíduos.

A produção do polvilho azedo tem sido extensivamente estudada, com o objetivo de compreender as propriedades químicas deste amido naturalmente modificado.

No entanto, as águas da fermentação ainda não haviam sido estudadas. O trabalho de Avancini et al. (2007) indicou que estas águas poderiam ser utilizadas com segurança para consumo humano, mas ainda restava um trabalho a ser desenvolvido com a finalidade de criar um produto aceitável pelos consumidores.

A presença do ácido láctico, butírico, propiônico e acético confere ao efluente um odor pronunciado exigindo um trabalho de formulação que mascare estas características.

Com a realização deste trabalho, foi possível obter uma bebida a partir das águas da fermentação do polvilho azedo. Caracterizada como refrescante e naturalmente gaseificada. A partir destes resultados, sugere-se uma re-

análise do setor, com vistas a criar produtos de maior valor agregado, mudando do empirismo para a biotecnologia.

7 CONCLUSÕES

A bebida da água da fermentação do polvilho azedo, obteve aceitação sensorialmente, com escore superior a 6, na faixa entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente.

A conservação sob refrigeração manteve a bebida na faixa de pH próximo a 3,5, abaixo, portanto do pH de risco para a presença de patógenos, sem conservante ou tratamento térmico, com até duas semanas de conservação sob refrigeração.

A água da fermentação do polvilho azedo apresentou resultado positivo para a presença de *Lactobacillus plantarum*, no entanto, eles estiveram ausentes nas bebidas formuladas desde o início da estocagem, pois as polpas adicionadas contribuíram para a redução do pH para valores inferiores ao pH de sobrevivência das bactérias ácido lácticas (BAL).

A composição nutricional das bebidas obtidas apresentou teor médio de carboidratos similar aos sucos e extratos encontrados no mercado.

O balanço de massa para o fluxograma da produção do polvilho azedo sob o enfoque das Tecnologias Limpas indica a possibilidade de produção de 40 litros de bebida por tonelada de raiz de mandioca, além da possibilidade de utilização de outros resíduos no mesmo processo.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O polvilho azedo ainda apresenta muitos aspectos a serem estudados, seus produtos e resíduos apresentam grande potencial para pesquisa, melhoramento e redução de perdas em todas as etapas do processamento da mandioca, gerando novos produtos e maior rendimento econômico.

A partir deste trabalho sugere-se a continuação da pesquisa sobre a presença dos microrganismos probióticos, para então aprimorar a formulação

da bebida da água da fermentação do polvilho azedo já existente, ajustando o pH para possibilitar a manutenção dos microrganismos probióticos. O desenvolvimento da versão “light” poderia contemplar uma classe especial de consumidores.

O objetivo era produzir uma bebida sem conservantes, mesmo com a alta contagem para mesófilos presentes na água, na bebida produzida essa contagem foi bastante reduzida. Assegurando a produção da nova bebida atendendo a todos os padrões de segurança sanitária.

A continuação do trabalho, para a quantificação dos ácidos orgânicos presentes nas águas da fermentação do polvilho azedo.

A proposta para o novo processo industrial, surge como uma necessidade urgente para que o setor polvilheiro amplie as oportunidades de negócio; saindo do aspecto artesanal para o profissionalizado, com respeito aos parâmetros de processo necessários para o controle em todos os pontos desde a produção da matéria-prima até a geração de outros produtos com maior valor agregado, com padrão de qualidade condizente com a crescente exigência dos consumidores.

9 DENOMINAÇÃO DA BEBIDA

Considerando que este trabalho representa a origem de um produto a partir das águas da fermentação do polvilho azedo, sendo um produto refrescante, sugere-se que o mesmo seja denominado: FRËSPA – bebida refrescante naturalmente gaseificada derivada do polvilho azedo.

10 BIBLIOGRAFIA

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas Não Alcoólicas. Disponível em :

http://www.abir.org.br/rubrique.php3?id_rubrique=178, acesso em março de 2007.

AGBOR-EGBE, T., MBOME, I. L. The effects of processing techniques in reducing yanogen levels during the production of some Cameroonian Cassava foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 354–363, 2006

AMANTE, E. R. **Proposições Metodológicas para a Minimização e Valorização de Resíduos de Fecularias e das Indústrias Processadoras de**

Aves, Suínos e Pescados do Estado de Santa Catarina. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. 1997.

AMPE, F.; SIRVENT, A.; ZAKHIA, N. Dynamics of the microbial community responsible for traditional sour cassava starch fermentation studied by denaturing gradient gel electrophoresis and quantitative rRNA hybridization. **International Journal of Food Microbiology**, v.65, p.45-54. 2001.

APHA Compendium of Methods of the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. 4th. Edition. Washington D.C., 2001, 676p.

AVANCINI, S. R. P. **Caracterização físico-química, microbiológica e toxicológica das águas de fermentação do amido de mandioca na produção do polvilho azedo.** Tese de Doutorado em Ciência dos Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

AVANCINI, S. R. P. ; FACCIN, G. L. ; TRAMONTE, R. ; ROVARIS, A. A. ; PODESTA, R. ; SOUZA, N.M.A.de ; VIEIRA, M. A. ; AMANTE, E. R. . Cassava starch fermentation wastewater: characterization and preliminary toxicological studies. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, p. 2273-2278, 2007.

BECH, A. C.; ENGELUND, E.; JUHL, H. J. et al. **Qfood: Optimal design of food products.** SI. **The Aarhus School of Business**, 1994. (MAPP Working paper. n. 19).

BEECHING, J. R., DODGE, A. D., MOORE, K. G.; WENHAM, J. E. Physiological deterioration in cassava: an incomplete wound response? **The Cassava Biotechnology Network. Proceedings of the second international scientific meeting**, 22–26 August, Cali, Columbia, CIAT 1995 (pp. 729–736).

BRASIL. **Leis, decretos, etc. Decreto nº 12.486. 20 de outubro de 1978. Normas Técnicas Especiais relativas a Alimentos e Bebidas.** D.O. do Estado de São Paulo, p. 3-25, 21 de outubro, 1978.

BRASIL. Resolução RDC, nº2 de 07/01/2002 – Regulamento técnico de substâncias Bioativas e Probióticos isolados com alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. Republicada no Diário Oficial da União, Brasília 17 de dezembro de 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 21 de janeiro de 2008.

BUJALANCE, C.; VALERA, M. J.; MORENO, E.; BRAVO, A.R.. A selective differential medium for *Lactobacillus plantarum*. **Journal of Microbiological Methods**, v.66, p.572-575, 2006.

CABRAL, A. C. D.; FERNANDES, M. H. C. Aspectos Gerais sobre a Vida-de-Prateleira de Produtos Alimentícios. **Boletim do Ital**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 371-439, out./dez. 1980.

CAMPBELL-PLATT, G. Fermented foods – a world perspective. **Food Research International**, v.27, p.253–257, 1994.

CARR, R.J.; CHILL, D.; MAIDA, N. The lactic acid bacteria: a literature survey. **Critical Reviews in Microbiology**, v.28, n.4, p. 281-370, 2002.

CARNEIRO, L.; SA, F. S. G.; MATTAB, V. M.; CABRALB, L. M. C.. Cold sterilization and clarification of pineapple juice by tangential microfiltration. **Desalination** v.148, p. 93-98, 2002.

CEREDA, M.P.; LIMA, U.A. Aspectos sobre a fermentação da fécula de mandioca. II- Controle das fermentações realizadas em laboratório. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. V.15, p.107-122. 1981.

CEREDA, M.P. Tecnologia e qualidade do polvilho azedo. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.13, n.145, p.63-68, 1987

CEREDA, M.P.; NUNES, O.L.G.; VILPOUX, O. **Tecnologia da produção de polvilho azedo**. Botucatu. Centro de Raízes Tropicais (CERAT). Universidade Estadual Paulista. 1995

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, Marney Pascoli (Coord). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargil, v.4, p 13-37, 2001 (Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas v.4).Cap1.

CHARALAMPOPOULOS, D.; PANDIELLA, S.S.; WEBB, C. Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria in cereal-based substrates. **Journal of Applied Microbiology**, v.92, n. 5, p.851-859, 2002.

CHARLES, A.L., HUANGB, T.C., CHANG, Y.H. Structural analysis and characterization of a mucopolysaccharide isolated from roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz L.). **Food Hydrocolloids**, v.22 , p.184–191, 2008.

COCK, J. H.; REYES, J. A.. **Cassava: research, production and utilization**. CIAT: UNDP. 1985.

CRUZ, A.G.; SANT´ANA, A. S., MACCHIONE, M.M., TEIXEIRA, A.M., SCHMIDT, F.L. “Milk-drink” de soro de queijo manteiga e suco de acerola (*Malpighia emarginata* DC). VI Congresso Iberoamericano de Engenharia de Alimentos, Equador – Novembro de 2007.

DAMASCENO, S., CEREDA, M. P., PASTORE, G. M., OLIVEIRA, J. G. Production of volatile compounds by *Geotrichum fragrans* using cassava wastewater as substrate. **Process Biochemistry**, v. 39, p. 411 - 414, 2003.

DEMIATE, I. M., BARANA, A. C., CEREDA, M. P., WOSIACKI, G. Organic acid profile of comercial sour cassava starch. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, p. 1 - 10, 1999.

DEMIATE, I.M.; DUPUY, N.; HUVENNE, J.P.; CEREDA, M.P.; WOSIACKI, G. Relationship between banking behavior of modified cassava starches and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy. **Carbohydrate Polymers**, v. 42, p.149-158, 2000.

EDIJALA, J. K., OKOH, P. N., & ANIGORO, R. Chemical assay of cyanide levels of short-time-fermented cassava products in the Abraka area of Delta State. Nigeria. **Food Chemistry**, v.64, p.107–110, 1999.

ELLIS, M. J. **Shelf life evaluation of foods**. London: Black Academic & Professional, 1996. 321p.

FAO/WHO, 1991, *Joint FAO/WHO food standards programme*, Rome: Codex 267 Alimentarius Commission XII, Supplement 4, FAO.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. Plant production and protection papers available from: <http://www.fao.org/documents/show>. (24/07/07).

FAO/WHO. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. **Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report**, 2002

FAVARO, S.P.; BELÉIA, A.; FONSECA JUNIOR, N.S.; WALDRON, K. W. The roles of cell wall polymers and intracellular components in the thermal softening of cassava roots. **Food Chemistry**, v. 108, p. 220–227, 2008.

FREITAS, A. M.; BUENO NETO, P. R.; BORGES, W. Determinação do shelf life de um produto alimentício com base em avaliações sensoriais. In: Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produto, 2. 2000, São Carlos, SP., **Anais do Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produto, 2.** 2000. p. 334 - 339.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades Gerais do Amido.** Fundação Cargill. Campinas. 2001.

GOMATHINAYAGAM, M., JALEEL, C. A., LAKSHMANAN, G.M.A., PANNEERSELVAM, R. Changes in carbohydrate metabolism by triazole growth regulators in cassava (*Manihot esculenta* Crantz); effects on tuber production and quality. **Comptes Rendus Biologies** v.330, p. 644–655, 2007.

GOMES, A.M.M.; SILVA, C.E.M.; RICARDO, N.M.P.S. Effects of annealing on the physicochemical properties of Fermented cassava starch (polvilho azedo). **Carbohydrate Polymers**, v. 60, p. 1–6, 2005.

GOMES, A.M.P., MALCATA, F.X. Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. Trends in Food Science & Technological, v.10, n.45, p.139-157. 1999.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. Revista de Frutas e derivados, p.26, ano 1, volume 01, abril de 2006.

ICEPA, **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina.** Florianópolis. 2004.

JEKAYINFA, S.O.; OLAJIDE, J.O. Analysis of energy usage in the production of three selected cassava-based foods in Nigeria. **Journal of Food Engineering** v.82 , p.217–226, 2007.

KHEDID, K.; FAIDC, M.; MOKHTARIB, A.; SOULAYMANIB, A.; ZINEDINED, A., Characterization of lactic acid bacteria isolated from the one humped camel milk produced in Morocco. **Microbiological Research**, (2006)
doi:10.1016/j.micres.2006.10.008

LACERDA, I. C.A.; MIRANDA, R. L.; BEATRIZ, M.; BORELLI, A.; NUNES, A. C.; NARDI, R. M. D.; LACHANCE, M.; ROSA, C. A. Lactic acid bacteria and yeasts associated with spontaneous fermentations during the production of sour cassava starch in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v.105, p. 213– 219, 2005.

LANCASTER, P. A.; INGRAM, J. S.; LIM, M. Y.; COURSEY, D. G. Traditional cassava based foods survey of processing technique. **Economy Botanic**, v.36, n. 1, p.12–45, 1982.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Biorresource Technology**, v. 87, p. 167 – 198, 2003.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Viabilidade de uso da manípueira como substrato de processo biológico. I: Caracterização do substrato armazenado a temperatura ambiente. **Revista Brasileira da Mandioca**, v. 15, n. 1/2, 1996.

LEWIS, M.; DALE, R. H. Chilled yogurt and other dairy desserts. In: MAN, C. M. D.; JONES, A. A. **Shelf life evaluation of foods**. New York: Blackie Academic & Professional, 1996. 321p.

LOPEZ, R. Preferência por hábitos saudáveis gera excelentes oportunidades para o mercado. **Engarrador Moderno**, ano XV, n. 120, p. 8 – 18, 2004.

LUCKOW, T.; DELAHUNTY, C. Which juice is “healthier”? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 751 – 759, 2004.

LUCKOW, T.; SHEEHAN, V.; FITZGERALD, G.; DELAHUNTY, C. Exposure, health information and flavour-masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. **Appetite**, v. 47, p. 315–323, 2006

MARCON, M. J. A. **Efeito do processo fermentativo pelo método tradicional e com adição de glicose, sobre a qualidade do polvilho azedo.** Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2004.

MARCON, M. J. A.; AVANCINI, S. R. P.; AMANTE, E. R. **Propriedades Químicas e Tecnológicas do Amido de Mandioca e do Polvilho Azedo.** Editora da UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, 2007a.

MARCON, M. J. A.; VIEIRA, G. C. N.; SANTOS, K.; SIMAS, K. N.; AMBONI, R. M. C.; AMANTE, E. R. Effect of improved fermentation on cassava starch sour physical chemistry properties and sensorial acceptability. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba - PR, v. 50, p. 1079-1087, 2007b.

MARK-HERBERT, C. Innovation of a new product category — functional foods. **Technovation**, v. 24, p. 713–719, 2004.

MATTA, V.M.; MORETTI, R.H.; CABRAL, L.M.C. Microfiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of acerola juice. **Journal of Food engineering**, v. 61, p. 477–482, 2004.

MOORE, G. P.; DO CANTO, L. R.; SOLDI, V.; AMANTE, E. R. Cassava and corn starch to maltodextrin production. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 596-600

MORALES, A. A. **La evaluación sensorial de los alimentos e la teoría y la práctica**. Zaragoza, 1994, 198p.

NAKAMURA, I. M.; PARK, Y. K. Some physicochemical properties of fermented cassava starch (polvilho azedo). **Starch/Stärke**, v. 27, n. 9, p. 295–297, 1975.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Cassava flour wastewater as a substrate for biosurfactant. **Applied Biochemistry Biotechnology**, v. 106, p. 295 -302, 2003.

NGEVE, J. M. Cassava root yields and culinary qualities as affected by harvest age and test environment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 4, n. 83, p. 249–257, 2003.

OLIVEIRA, J.C.; SETTI-PERDIGÃO, P.; SIQUEIRA, K. A. G.; SANTOS, A. C.; MIGUEL, M.A.L. Características microbiológicas do suco de laranja *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 241-245, 2006.

PADONOU, W.; MESTRES, C.; NAGÔ, M. C. The quality of boiled cassava roots: instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, v.89, p. 261–270, 2005.

PANDEY, A.; SOCCOL, C. R. Bioconversion of biomass: A case study of lignocellulosic bioconversion in solid-state fermentation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 41, n. 4, p. 379 - 391, 1998

PANDEY, A.; SOCCOL, C. R. Economic utilization of crop residues for residues for value addition: A futuristic approach. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 59 : 12-22, 2000

PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V.T.; VANDENBERGHE, L.P.S.; MOHAN, R.. Biotechnological potential of agro-industrial residues. II: cassava bagasse – Review paper. **Bioresource Tecnology**, v.74, p. 81-87, 2000.

PEDRERO, F. D. L.; PANGBORN, R. M. **Evaluacion sensorial de los alimentos**. Métodos analíticos. México, 1989. 251p.

RAKIN, M.; VUKASINOVIC M.; SILER-MARINKOVIC S.; MAKSIMOVIC, M. Contribution of lactic acid fermentation to improved nutritive quality vegetable juices enriched with brewer_s yeast autolysate. **Food Chemistry**, v.100, p. 599–602, 2007.

SANTISOPASRI, V.; KUROTJANAWONG, K.; CHOTINEERANAT, S.; PIYACHOMKWAN, K.; SRIROTH, K.; OATES, C.G. Impact of water stress on yield and quality of cassava starch. **Industrial Crops and Products**, v.13, p. 115–129, 2001.

SENAI-RS. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Porto Alegre, 2003

SIQUEIRA, E.M.A.; ARRUDA, S.F., VARGAS, R.M., SOUZA, E. M.T. β -Carotene from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves improves vitamin A status in rats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part C v.146, p. 235–240, 2007.

SCHMITZ, C. S.; SIMAS, K. N.; SANTOS, K.; JOAO, J. J.; AMBONI, R. M. C.; AMANTE, E. R. Cassava starch functional properties by etherification - hydroxypropylation. **International Journal of Food Science and Technology**, Reino Unido, v. 41, p. 681-6877, 2006.

SHAH, N. P. Probiotic bacteria: Selective enumeration an survival in dairy foods.

Journal of Dairy Science, v.83, n.4, p.894-907. 2000

SHEEHAN, V.M.; ROSS, P.; FITZGERALD, G.F. Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiótica cultures for fortification in fruit juices. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 8, p. 279–284, 2007

STANTON, C.; ROSS, R. P.; FITZGERALD, G. F.; VAN SINDEREN, D. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. **Current Opinions in Biotechnology**, v.16, p.198–203, 2005.

SRIROTH, K.; PIYACHOMKWAN, K.; WANLAPATIT, S.; OATES, C. G. Cassava starch technology: the Thai experience. **Starch/Stärke**, v. 52, p. 439 - 449, 2000.

TEMMERMAN, R.; POT, B.; HUYS, G., SWINGS, J. Identification and antibiotic susceptibility of bacterial isolates from probiotic products. **International Journal Food Microbiology**, v.81, p.1–10, 2002.

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO. 2ª Edição. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. 2006. Disponível em: http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf. Acesso: 13/02/2008.

TEIXEIRA, A. M. **Influência do amido e do cloreto de sódio sobre a capacidade de retenção de água e características sensoriais de hambúrgueres de peixe elaborado a partir de SURIMI de sardinha (*Sardinella brasiliensis*)**. Florianópolis: CAL, 1999. 92p. Dissertação (Mestrado em ciência de alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

TUNG, T. Q.; MIYATA, N.; IWAHORI, K. Growth of *Aspergillus oryzae* during treatment of cassava starch wastewater with high content of suspended starch. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 97, p. 329 – 335, 2004.

VERBEKE, W. Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. **Food Quality and Preference**, v.16, p. 45–57, 2005.

VERBEKE, W. Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health? **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 126–131, 2006.

VIEIRA, L.M. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina- 2003/2004 - Mandioca. Instituto CEPA/SC. Disponível em: www.icepa.com.br . Acesso em: junho de 2007

WATT, B.; MERRILL, A.L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Maryland: US. Department of Agricultural, Agricultural Research Service, USDA Nutrient Data Laboratory. 1999. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release, 13. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp> Acesso em 25 de janeiro de 2006.

WATTS, B. M., et al. **Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos**. Ottawa: C11D, 1992. 170p.

WESTERN, T. L.; SKINNER, D. J.; HAUGHN, G.W. Differentiation of mucilage secretory cells of the arabidopsis seed coat. **Plant Physiology**, v.122, p. 345–355, 2000.

WESTBY, A.; CEREDA, M.P. Production of fermented casava starch (polvilho azedo) in Brazil. **Tropical Science**, v.34, n.2, p. 203-210, 1994

WESTBY, A. Cassava utilization, storage and small-scale processing. In: HILLOCKS, R.G.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A.C. eds, **Cassava: Biology, Production and Utilization**. Chapter 14. CAB International, p.281-300, 2002.

WOSIACKI, G.; FIORETTO, A. M.; ALMEIDA, M. M. DE; CEREDA, M. P.
Utilização da manipueira para a produção de biomassa. Cap. 12 in.: **Manejo,
uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. Vol. 4.
Fundação Cargill, 2001.

ANEXOS

Anexo I – Testes de formulação das bebidas

Tabela 10 Teste de formulação das bebidas da água da fermentação do amido de mandioca

Amostra	Volume de água da fermentação	Massa e sabor do suco concentrado	Massa de sacarose (g)	Outros ingredientes	Comentários
01	90mL	10g tangerina	0	X	Aceitável; menos odor que sabor residual
02	90mL	10g acerola	0	X	Aceitável; Sabor residual; odor característico permanece
03	90mL	10 g tangerina	5	X	Aceitável; menos residual; pouco sabor da fruta
04	90mL	10g acerola	5	X	Aceitável; ainda com residual e odor
05	87,5mL	12,5g tangerina	5	X	Aceitável; sem residual, mas com odor
06	87,5mL	12,5g acerola	5	X	Aceitável; sem sabor residual e sem odor
07	87,5mL	12,5g tangerina	5	1 gota de anis	Aceitável; pouco sabor residual
08	87,5mL	12,5g acerola	5	1 gota de anis	Aceitável; sem residual de odor e sabor; muito anis
09	87,5mL	6,25g acerola + 6,25g tangerina	5	1 gota de anis	Muito forte o sabor de polpa
10	80mL	10g maracujá	3	1gota essência maracujá	Acentua o sabor residual, não ficou bom.
11	80mL	12,5g maracujá	5	1 gota essência maracujá	Acentua o sabor residual, não ficou bom.
12	87,5mL	12,5g tangerina	5	0,1mL essência limão	Aceitável
13	87,5mL	12,5g acerola	5	0,1mL essência limão	Muito bom, odor praticamente imperceptível
14	87,5mL	12,5g tangerina	5	0,1mL essência pêssego	Pêssego muito fraco, não mascara
15	87,5mL	12,5g acerola	5	0,1mL essência limão+1 gota essência anis	Muito bom, odor praticamente imperceptível
16	87,5mL	12g tangerina	5	0,1mL essência limão + 1 gota essência anis	Muito bom, odor praticamente imperceptível
17	40mL	20g uva	3	X	Muito fraco de suco, odor forte de polvilho
18	40mL	40g uva	5	0,1mL essência limão	Muito bom! Gosto imperceptível
19	60mL	30g uva + 6g acerola	5	0,1mL essência limão+1 gota anis	Muito bom! Gosto imperceptível
20	60mL	46,84g uva +6g tangerina	5	0,1mL essência limão+1 gota anis	Muito bom! Gosto imperceptível
21	87,5mL	12,5 uva	5	Essência uva	Muito bom

Anexo II – Informação nutricional dos sucos concentrados

Tabela 11 Informação Nutricional do suco concentrado de acerola

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 200ml (1 Copo) já diluído

	Quantidade por Porção	% VD (*)		Quantidade por Porção	% VD (*)
VALOR ENERGÉTICO	73 kcal = 307 KJ	4	GORDURAS TRANS	0 g	**
CARBOIDRATOS	17 g	6	FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
PROTEÍNAS	0 g	0	SÓDIO	0 mg	0
GORDURAS TOTAIS	0 g	0	VITAMINA C	70 mg	156
GORDURAS SATURADAS	0 g	0			

(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas

(**) Valores Diários de referência não estabelecidos

Tabela 12 Informação Nutricional do suco concentrado de tangerina

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 200ml (1 Copo) já diluído

	Quantidade por Porção	% VD (*)		Quantidade por Porção	% VD (*)
VALOR ENERGÉTICO	70 kcal = 294 KJ	4	GORDURAS TRANS	0 g	**
CARBOIDRATOS	17 g	6	FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
PROTEÍNAS	0 g	0	SÓDIO	0 mg	0
GORDURAS TOTAIS	0 g	0	VITAMINA C	10 mg	22
GORDURAS SATURADAS	0 g	0			

(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas

(**) Valores Diários de referência não estabelecidos

Tabela 13 Informação nutricional do suco concentrado de uva

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 200ml (1 Copo) já diluído

	Quantidade por Porção	% VD (*)		Quantidade por Porção	% VD (*)
VALOR ENERGÉTICO	70 kcal = 294 KJ	4	GORDURAS TRANS	0 g	**
CARBOIDRATOS	17 g	6	FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
PROTEÍNAS	0 g	0	SÓDIO	0 mg	0
GORDURAS TOTAIS	0 g	0	VITAMINA C	10 mg	22
GORDURAS SATURADAS	0 g	0			

(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas

(**) Valores Diários de referência não estabelecidos

Anexo III - Parecer do Comitê de Ética



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS -CEP
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 223/07

I – Identificação:

- Título do Projeto: Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma nova bebida.
- Pesquisadora responsável: Edna Regina Amante (orientadora)
- Pesquisadora Principal: Luiza Marina Biazotto
- Período de Coleta dados: setembro e outubro de 2007
- Local onde a pesquisa será conduzida: Nas dependências da UFSC

II - Objetivos:

Objetivo Geral: Propor um processo industrial para a aplicação das águas da fermentação do polvilho azedo na obtenção de uma nova bebida com elevada vida de prateleira, sem a adição de conservantes.

Objetivos específicos:

- a) Formular bebidas com diferentes sabores a partir das águas de fermentação do polvilho azedo.
- b) Determinar a composição nutricional das bebidas obtidas.
- c) Avaliar a vida de prateleira, sob refrigeração, das bebidas elaboradas.
- d) Avaliar se há presença de probióticos
- c) Propor um processo industrial para a produção de bebidas

a) III - Sumário do Projeto

Trata-se o projeto de mestrado a ser realizado no curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos da UFSC, sob a orientação da Profa Dra. Edna Regina Amante. A pesquisa será realizada nas dependências do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSC nos meses de setembro e outubro de 2007. Os participantes da pesquisa serão convidados a degustarem amostras de bebidas realizadas com águas de fermentação de polvilho azedo. A pesquisa tem como objetivo a industrialização deste produto. A amostra será constituída informalmente a partir de convite feito através de cartazes no Centro de Ciências Agrárias da UFSC.

IV - Comentário

A documentação apresentada está conforme as demandas do comitê de ética:

- a) Folha de rosto para pesquisa envolvendo seres humanos.
- b) Resumo do Projeto de Pesquisa.
- c) Projeto de Pesquisa
- d) CV das pesquisadoras
- e) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para entrevista com os degustadores do produto apresentado.
- f) Declaração dos pesquisadores envolvidos que cumprirão os termos da resolução CNS 196/96.
- g) Orçamento
- h) Carta do Chefe do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSC autorizando a execução do projeto em suas dependências.

Trata-se de projeto adequado às exigências do comitê de ética da UFSC.
Em vista do exposto, somos de parecer favorável à aprovação do projeto.

V – Parecer CEP:

- aprovado**
- aprovado ad- referendum
- reprovado
- com pendência (detalhes pendência)*
- retirado
- aprovado e encaminhado ao CONEP

Informamos que o parecer dos relatores foi aprovado por unanimidade ou maioria, em reunião deste Comitê na data de 10 de setembro de 2007.



Prof. Washington Portela de Souza
coordenador

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.

Anexo IV -Ficha de avaliação

Nome: _____

Escolaridade: _____

Idade: _____

Sexo: M

F

TESTE DE ACEITABILIDADE GLOBAL**Instruções:**

1. Por favor, deguste a bebida fermentada de mandioca e utilize a escala abaixo para expressar o quanto você gostou ou desgostou do produto.

- 1** - Desgostei extremamente
- 2** – Desgostei muito
- 3** – Desgostei moderadamente
- 4** – Desgostei ligeiramente
- 5** – Indiferente
- 6** – Gostei ligeiramente
- 7** – Gostei moderadamente
- 8** – Gostei muito
- 9** – Gostei extremamente

Código da amostra _____

Nota _____

2. Intenção de compra da bebida

- 1** – Certamente não compraria
- 2** – Não compraria
- 3** – Talvez comprasse/ Talvez não comprasse
- 4** – Compraria
- 5** – Certamente compraria

Valor atribuído _____

Comentário _____

Anexo V -Termo de consentimento



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ALIMENTOS**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Meu nome é Luísa Marina Biazotto e estou desenvolvendo a pesquisa cujo título é **“Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma nova bebida”** com o objetivo de desenvolver uma bebida fermentada não alcoólica com três diferentes sabores de frutas. As bebidas desenvolvidas não oferecem riscos ao consumidor, pois a água da fermentação

do polvilho azedo utilizada já foi avaliada anteriormente quanto à toxicidade. Os demais ingredientes são usualmente encontrados no mercado.

Para a avaliação sensorial deste novo produto uma equipe de julgadores não treinados será formada. Será solicitado a cada julgador que deguste o produto e avalie a aceitabilidade global, conforme escalas apropriadas.

Se você tiver alguma dúvida em relação ao estudo, por favor, entrar em contato pelo telefone (48) 3224-4535, 3721-5370 ou 9902-5407 ou pelo e-mail lulibia@gmail.com. Se você estiver de acordo em participar, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais e só serão utilizadas neste trabalho.

Assinaturas:

Pesquisador

principal

Luísa Marina Biazotto

Pesquisador

responsável

Dra. Edna Regina Amante

Eu, _____
_____ fui esclarecido sobre a pesquisa "**Utilização das águas da fermentação do polvilho azedo na elaboração de uma nova bebida**" e concordo que meus dados sejam utilizados na realização da mesma.

Florianópolis, de _____ de 2007.

Assinatura: _____

RG: _____